



TUGAS AKHIR - SF 141501

**ANALISA ANOMALI BAWAH PERMUKAAN
LAUT MENGGUNAKAN DATA *SIDE SCAN*
SONAR, SUB BOTTOM PROFILER DAN *2D*
*HIGH RESOLUTION SEISMIC***

Ahmad Farhan Farabi A.
NRP 01111340000117

Dosen Pembimbing
Dr. rer. nat. Eko Minarto

Departemen Fisika
Fakultas Ilmu Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - SF 141501

**ANALISA ANOMALI BAWAH PERMUKAAN
LAUT MENGGUNAKAN DATA *SIDE SCAN
SONAR, SUB BOTTOM PROFILER* DAN *2D
HIGH RESOLUTION SEISMIC***

**Ahmad Farhan Farabi A.
NRP 01111340000117**

**Dosen Pembimbing
Dr. rer. nat. Eko Minarto**

**Departemen Fisika
Fakultas Ilmu Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT - SF 141501

**ANOMALY ANALYSIS BELOW SEA LEVEL
USING SIDE SCAN SONAR, SUB BOTTOM
PROFILER AND 2D HIGH RESOLUTION
SEISMIC**

**Ahmad Farhan Farabi A.
NRP 01111340000117**

**Advisor
Dr. rer. nat. Eko Minarto**

**Department of Physics
Faculty of Natural Science
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA ANOMALI BAWAH PERMUKAAN LAUT
MENGUNAKAN DATA *SIDE SCAN SONAR, SUB*
BOTTOM PROFILER* DAN *2D HIGH RESOLUTION
SEISMIC

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program S – 1

Pada

Bidang Studi Geofisika

Program Studi S – 1 Departemen Fisika

Fakultas Ilmu Alam

Institut Teknologi Sepuluh Nopember


Oleh:

Ahmad Farhan Farabi

NRP. 01111340000117

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. rer. nat. Eko Minarto
NIP. 19750205.199903.1.004


(.....)



Surabaya, 22 Januari 2018

**ANALISA ANOMALI BAWAH PERMUKAAN LAUT
MENGUNAKAN DATA *SIDE SCAN SONAR, SUB
BOTTOM PROFILER* DAN *2D HIGH RESOLUTION
SEISMIC***

Nama	: Ahmad Farhan Farabi
NRP	: 01111340000117
Departemen	: Fisika FMIPA ITS
Dosen Pembimbing	: Dr. rer. Nat. Eko Minarto

ABSTRAK

Penelitian identifikasi *geohazard* telah dilakukan berdasarkan data pengukuran *Side Scan Sonar, Sub-bottom Profiler* dan *2D High Resolution Seismic*. Identifikasi *geohazard* bertujuan untuk mengetahui objek dasar laut dan distribusi anomali pada area survei untuk menghindari adanya kecelakan prospek minyak dan gas. Luas area survei $2 \times 4 \text{ km}^2$ berada pada perairan lepas pantai Pulau Madura dengan dua target prospek pembangunan rig minyak GTX-2 dan Alternative GTX-2. Pengambilan data semua metode dilakukan di 50 *line* membentuk *crossline*. Data dari *Side scan sonar* kemudian dianalisa sehingga menghasilkan peta *Seabed feature*, Data dari *Sub-bottom profiler* digunakan untuk analisa kontur kedalaman dan anomali dangkal dan data *2D High Resolution Seismic* digunakan untuk menganalisa anomali menengah. Adapun hasil yang didapatkan bahwa objek dasar laut yang terdapat di daerah survei berupa *pockmark*, kabel, pipa dan *Scars Trawl*. Kontur kedalaman reflektor pertama mempunyai interval 6 – 11m dibawah permukaan laut. Letak dari anomali level 1 – 3 adalah pada kedalaman 15 – 19 mBSB, 130 – 133 mBSL dan 137 – 142 mBSL. Adapun jarak terdekat anomali terhadap target lokasi GTX-2 berturut-turut adalah 300, 200 dan 775 m dan terhadap alternative GTX-2 adalah 620, 860 dan pada lokasi dikedalaman 175ms TWT. Pada penelitian ini anomali yang terkandung sebagian besar adalah gas dengan adanya kemungkinan yang tinggi pada level 1. Menurut

peta distribusi anomali lokasi GTX-2 dan alternative GTX-2 masih dalam kondisi aman untuk eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas.

Kata Kunci: *Geohazard, Side Scan Sonar, Sub-bottom Profiler, 2D High Resolution Seismic, Anomali, Seabed Feature.*

ANOMALY ANALYSIS BELOW SEA LEVEL USING SIDE SCAN SONAR, SUB BOTTOM PROFILER AND 2D HIGH RESOLUTION SEISMIC

Name	: Ahmad Farhan Farabi
NRP	: 01111340000117
Departement	: Physics, FMIPA-ITS
Advisor Lecturer	: Dr. rer. Nat. Eko Minarto

ABSTRACT

Geohazard identification studies have been conducted based on measurements of Side Scan Sonar, Sub-bottom Profiler and 2D High Resolution Seismic. Geohazard identification aims to determine the seabed object and anomaly distribution in the survey area to avoid any accidents of oil and gas prospects. The 2 x 4 km² survey area located in the off the coast of Madura Island with two prospects for development of GTX-2 and Alternative GTX-2 oil rigs. Data retrieval of all methods is done in 50 lines forming a crossline. The data from Side scan sonar is then analyzed to produce Seabed feature maps, Data from Sub-bottom profiler is used for depth contour analysis and shallow anomalies and 2D High Resolution Seismic data is used to analyze Intermediate anomaly. The results obtained that the seabed objects contained in the survey area in the form of pockmarks, cables, pipeline and Scars Trawl. The first reflektor depth contour has an interval 6 - 11m below sea level. The location of anomaly level 1 - 3 is at a depth of 15 - 19 mBSB, 130 - 133 mBSL and 137 - 142 mBSL. The closest anomaly distance to the GTX-2 location target is 300, 200 and 775 m respectively and the alternative GTX-2 is 620, 860 and at the depth of 175ms TWT. In this study, anomalies are mostly gas with a high probability at level 1. According to the anomaly distribution map the GTX-2 and Alternatives GTX-2 are still in safe condition for oil and gas exploration and exploitation.

Keyword : *Geohazard, Side Scan Sonar, Sub-bottom Profiler, 2D High Resolution Seismic, Anomaly, Seabed Feature*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang selalu memberikan petunjuk, kemudahan serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat wajib untuk memperoleh gelar kesarjanaan jurusan Fisika FMIPA ITS dengan topik analisa anomali bawah permukaan laut menggunakan data *Side Scan Sonar*, *Sub bottom Profiler* dan *2D High Resolution Seismic*. Penulis menyadari dengan terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. rer. Nat. Eko Minarto selaku dosen pembimbing, terima kasih atas saran-saran dan kesabarannya dalam membimbing.
2. Prof. Dr. rer. Nat. Bagus Jaya S dan Iim Fatimah M,Si selaku dosen penguji, terima kasih atas kritik dan sarannya.
3. Bapak Dr. Yono Hadi P., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Fisika FIA ITS.
4. Kepada keluarga tercinta pa Iid, ma Ratu, ka Putri dan dek Dinda yang telah banyak berjuang dan memberikan canda tawa yang tidak ada habisnya sehingga penulis tidak Lelah mengerjakan Tugas Akhir.
5. Bu sekar, Bang Azuan, Mas Harris, Mas agung, Mas faisal, mas gantino dll selaku direksi PT Java Offshore yang telah banyak memberikan masukan dan pembelajaran kepada penulis.
6. Teman teman seperjuangan tugas akhir lab geofisika : Silvia, Oman, Uunk, Dani, Husein, Kipli dan lain lain yang sering menemani penulis begadang dalam pengerjaan.
7. 3 wanita hebat : Aer, Dini dan Rina yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.
8. Teman -teman Supernova Fisika ITS 2013.

Penulis menyadari atas keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki, oleh karena itu penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun demi kebaikan penulis Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi perkembangan

ilmu pengetahuan dan memberikan inspirasi bagi pembaca untuk berkembang lebih lanjut.

Surabaya, 22 Januari 2018

Penulis
Ahmad Farhan Farabi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Survei Hidrografi.....	5
2.2 Bencana Geologi (<i>Geohazard</i>).....	5
2.2.1. Shallow Channel.....	6
2.2.2. Paleo Channels	7
2.2.3. Shallow Gas.....	8
2.2.4. Patahan (<i>Fault</i>)	9
2.2.5. Objek dasar laut.....	9
2.3 Prinsip Dasar Gelombang Seismik.....	10
2.4 Side Scan Sonar.....	15
2.5 Koreksi Side Scan Sonar	18

2.5 Sub-Bottom Profiler	19
2.6 2D High Resolution Seismic	22
2.7 Konsep Dasar Migrasi	23
2.7.1 Migrasi Berdasarkan Kawasan	23
2.7.2 Migrasi Berdasarkan Tipe	24
2.8 Kecepatan Seismik	25
2.8.1 Kecepatan rata-rata	27
2.8.2 Kecepatan RMS (<i>root mean square</i>)	27
2.8.3 Kecepatan Normal Move out	28
2.9 Indikator Hidrokarbon Langsung (<i>Direct Hydrocarbon Indicator</i>)	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Lokasi Penelitian	31
3.2 Data dan Peralatan	33
3.2.1 Data	33
3.2.2 Peralatan	33
3.3 Metodologi Penelitian	34
3.3.1 Tahap Pelaksanaan	34
3.3.2 Tahap Pengolahan Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Analisa Mozaik <i>Side Scan Sonar</i>	41
4.2 Analisa Seabed Features	42
4.3 Analisa Zona Geologi Dangkal	47
4.3.1 Litologi Zona Dangkal	47
4.3.2 Analisa Shallow Channel	53
4.3.3 Analisa Anomali Dangkal	55

4.4 Analisa Zona Geologi Menengah.....	59
4.4.1 Time to Depth Conversion	59
4.4.2 Litologi Zona Menengah	61
4.4.3 Analisa Anomali Menengah.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dampak dari geohazard di lepas pantai	6
Gambar 2.2 Interpretasi <i>Shallow Channel</i> (Java Offshore, 2017).....	7
Gambar 2.3 Interpretasi <i>paleo channel</i> (Java Offshore, 2017).....	7
Gambar 2.4 Contoh Interpretasi Anomali <i>shallow gas</i> (Java Offshore, 2017)	8
Gambar 2.5 Contoh Interpretasi Patahan (Java Offshore, 2017)...	9
Gambar 2.6 Pola penjalaran gelombang primer	11
Gambar 2.7 Pola penjalaran gelombang sekunder	11
Gambar 2. 8 Pola perambatan gelombang Rayleigh	12
Gambar 2. 9 Pola penjalaran gelombang Love	13
Gambar 2. 10 Pemantulan dan pembiasan gelombang menurut Hukum Snellius	14
Gambar 2. 11 Penjalaran gelombang berdasarkan Prinsip Huygens.....	14
Gambar 2.12 Instrumen <i>side scan sonar</i>	15
Gambar 2.13 Prinsip <i>Side Scan Sonar</i>	16
Gambar 2.14 Skematik Penghamburan dan Pemantulan Gelombang (Lekkerkerk, 2006)	17
Gambar 2.15 Proses Penggambaran Citra <i>Side Scan Sonar</i>	18
Gambar 2.16 Citra Bila Sonar Terhalang oleh Objek Menggantung (Lekkerkerk, 2006).....	18
Gambar 2.17 Ilustrasi Koreksi <i>side scan sonar</i> (Lekkerkerk, 2006).....	19
Gambar 2.18 Pemasangan Sistem <i>sub-bottom profiler</i>	20
Gambar 2.19 Penampang <i>sub bottom profiler</i> (Java Offshore, 2015).....	21
Gambar 2.20 Akuisi Seismik Laut Resolusi Tinggi	23
Gambar 2.21 Kecepatan <i>rms</i> tiap lapisan (Maliyan, 2009)	28
Gambar 2.22 Klasifikasi DHI pada Penampang Seismik (Java Offshore, 2015)	29
Gambar 2.23 <i>Brightspot</i> pada penampang seismik (Java Offshore, 2015).....	30
Gambar 3.1 Persebaran titik pengukuran di lokasi penelitian	31
Gambar 3.2 <i>Survey Grid</i> lokasi Penelitian	32

Gambar 3.3 Diagram Alir Pelaksanaan	34
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data.....	36
Gambar 4.1 Citra yang belum (A) dan citra yang sudah (B) dilakukan <i>slant range correction</i>	41
Gambar 4.2 Hasil Mozaik citra <i>side scan sonar line 1-25</i>	42
Gambar 4.3 Image Multibeam Echosounder.....	43
Gambar 4.4 Citra Side Scan Sonar pada <i>line 31</i> daerah GTX-2 ..	44
Gambar 4.5 Citra Side Scan Sonar pada <i>line 44</i> daerah Alternative GTX-2	44
Gambar 4.6 Distribusi Lateral Fitur Dasar Laut pada area survei	46
Gambar 4.7 Prediksi Litologi pada area GTX-2. Line : 17	48
Gambar 4.8 Chart Litologi pada area GTX-2. Line : 31	49
Gambar 4.9 Prediksi Litologi pada area Alternative GTX-2. Line : 12.....	49
Gambar 4.10 Chart Litologi pada area Alternative GTX-2. Line : 43.....	50
Gambar 4.11 Peta Isopach kontur dari Unit A	51
Gambar 4.12 Distribusi Lateral <i>Shallow Channel</i> pada area survei	55
Gambar 4.13 Anomali Level 1 Terlihat di SBP <i>line 31</i>	57
Gambar 4.14 Anomali Level 1 Terlihat di 2D HRS <i>line 31</i>	57
Gambar 4.15 Distribusi Lateral Anomali Level 1 pada area survei	58
Gambar 4.16 Kurva Time to Depth Conversion	60
Gambar 4.17 <i>Intermediate Profile</i> pada area GTX-2. Line : 17..	61
Gambar 4.18 <i>Intermediate Profile</i> pada area Alternative GTX-2. Line : 12	62
Gambar 4.19 Penampang Seismik Line 31	62
Gambar 4.20 Penampang Seismik Line 43	63
Gambar 4.21 Level 2 Anomali di <i>line 5</i>	64
Gambar 4.22 Distribusi Lateral Anomali Level 2	65
Gambar 4.23 Level 3 Anomali di <i>line 5</i>	66
Gambar 4.24 Distribusi Lateral Anomali Level 3	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 List Objek Dasar Laut (OGP Version 1.2,2013)	10
Tabel 2.2 Tipe Sistem sub-bottom profiler (Penrose et al. 2005)	20
Tabel 2.3 Pengaruh Litologi Terhadap Kecepatan Seismik (Maliyan, 2009)	26
Tabel 4.1 Klasifikasi Fitur Dasar Laut terhadap jarak dari target	45
Tabel 4.2 Jarak Shallow Channel terhadap Lokasi Target	54
Tabel 4.3 Karakterisasi Hazzard terhadap anomali gas (Java Offshore, 2015)	56
Tabel 4.4 Klasifikasi Anomali Level 1 terhadap Lokasi Target	58
Tabel 4.5 Konversi Kedalaman per 100 msec	59

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Anomali dasar laut sering kali sudah dikarakteristikan dan sudah diidentifikasi diberbagai lautan di dunia. Fenomena ini merupakan bagian dari panorama sebagaimana yang ada di daratan seperti gunung, lereng, lembah dan parit. Kejadian tersebut ada hubungannya dengan sebab akibat dari proses geologi yang terjadi ribuan tahun bahkan jutaan tahun lalu. Anomali dasar laut sangat beragam dan bisa menjadi bahaya untuk tujuan tertentu seperti *Shallow Gas*, *Pockmark*, Kabel bawah laut dan pipa bawah laut.

Interpretasi anomali dasar laut sangat dibutuhkan untuk kegiatan konstruksi minyak lepas pantai seperti bangunan pengeboran, pemasangan pipa bawah laut dan pemasangan kabel. Sebelum dilakukan konstruksi lepas pantai diperlukan interpretasi anomali dasar laut untuk mencegah bahaya-bahaya yang mungkin terjadi saat pembangunan konstruksi minyak lepas pantai atau proses pemasangan pipa. Maka dari itu di butuhkan informasi anomali atau indikasi bahaya di sekitar konstruksi lepas pantai.

Metode akustik dan seismik saat ini adalah metode terbaik dalam mencitrakan fitur dasar laut karena pada prinsipnya gelombang suara dipancarkan melalui sebuah alat yang menghasilkan suara (*Transducer*) yang diikat (*Towing*) pada vessel survey. Hal ini merubah energy elektrik menjadi mekanik. Teknologi akustik yang sangat berperan dalam survey hidrografi adalah *Side Scan Sonar* dan *Sub-Bottom Profiller*(SBP) (McGonigle,2010).

Selain *Side Scan Sonar* dan SBP diperlukan juga data *2D High-Resolution Seismic* untuk menentukan anomali pada daerah yang cukup dalam dan untuk validasi data yang dihasilkan SBP. Hal ini karena metode seismik dapat merekam data hingga 1000 ms (*Two-way Time*) yang cukup dalam dan memiliki keakuratan yang baik dalam menentukan ketebalan sedimen yang bervariasi.

Pada penelitian ini digunakan 3 alat tersebut untuk mengidentifikasi anomali yang berada di sekitar target sumur minyak agar resiko yang dapat menyebabkan kecelakaan dalam pembangunan dan proses eksplorasi seperti *Shallow Channel*, *Shallow Anomali* dan *Pockmark* dapat di minimalisir dengan efektif.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat disusun beberapa rumusan masalah sebagaimana berikut:

1. Bagaimana menentukan kontur kedalaman pada area lapangan GTX-2 di perairan madura?
2. Bagaimana menentukan posisi anomali bawah permukaan laut di sekitar lapangan GTX-2 di perairan madura?
3. Bagaimana melakukan *Clustering* objek dasar laut di sekitar lapangan GTX-2 di perairan madura?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah padapenelitian Tugas Akhir ini adalah sebagaimana berikut:

1. Lokasi penelitian berada di perairan Pulau Madura
2. Data yang digunakan adalah data pengukuran *side scan sonar* dan *Sub-Bottom Profiller*
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data seismik 2D *Pre-Stack Time Migration* (PSTM) dengan asumsi bahwa tahap *processing* telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan benar
4. Koordinat Sumur ada 2 buah yaitu *proposed GTX-2* dan *alternative GTX-2*
5. Ketelitian *Side Scan Sonar* dan *Sub-Bottom Porfiller* berdasarkan spesifikasi yang digunakan dalam akuisisi di lapangan

6. Perangkat Lunak yang digunakan untuk mengolah *Side Scan Sonar* dan *Sub-Bottom Porfiller* pada penelitian ini adalah *Coda Octopus* dan untuk interpretasi *2D High Resolution Seismic* adalah *Seisvision*.
7. Identifikasi anomali dasar laut meliputi *pockmark*, kabel, pipa yang tertimbun dan Gas dangkal.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini ialah sebagai berikut:

1. Menentukan kontur kedalaman pada area lapangan *GTX-2* di perairan Madura.
2. Menentukan posisi anomali bawah permukaan laut di sekitar lapangan *GTX-2* di perairan Madura.
3. Melakukan *clustering* objek dasar laut di sekitar lapangan *GTX-2* di perairan Madura.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Untuk memberikan informasi bagaimana ciri-ciri penyebaran zona bencana yang sangat bahaya dan dapat menyebabkan ambruknya konstruksi lepas pantai
2. Memberikan pengetahuan tentang alat dari pengukuran *Side Scan Sonar*, *Sub-Bottom Porfiller* dan *2D High-Resolution Seismic* agar bisa digunakan sebagai referensi alat yang sesuai untuk survey konstruksi lepas pantai.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar, sistematika penulisan tugas akhir ini meliputi:

- Bab I Pendahuluan, menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat, dan sistematika penulisan laporan.

- Bab II Dasar Teori, memaparkan tentang teori sebagai landasan penyusunan tugas akhir.
- Bab III Metodologi, berisi tentang prosedur kerja yang digunakan dalam tugas akhir.
- Bab IV Analisa Data dan Pembahasan, merupakan suatu tahap pengolahan dan analisa yang didapatkan selama tugas akhir.
- Bab V Penutup, merupakan bagian penutup tugas akhir meliputi Kesimpulan dan Saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Survei Hidrografi

Survei hidrografi adalah suatu pengukuran untuk memperoleh gambar permukaan dasar laut, selain itu juga ada pengukuran terhadap kuat arus laut, kedalaman laut hingga pasang surut. Arti kata hidrografi berasal dari bahasa Yunani kuno yang terdiri dari kata “hidro” yang berarti air dan “grafi” yang berarti menulis, jadi keseluruhan hidrografi bisa diartikan gambaran umum permukaan bumi yang berada di dalam air.

Pada zaman yang modern seperti sekarang survei hidrografi sangat berguna untuk industri maritim seperti industri perminyakan dan konstruksi lepas pantai karena dapat mencitrakan permukaan dasar laut secara luas dan efektif. Dalam survei ini juga mengembangkan pengukuran tentang sifat-sifat dan konfigurasi dasar laut, hubungan geografis antara laut dengan daratan terdekat atau sering disebut (*positioning*) dan dinamika air.

2.2 Bencana Geologi (*Geohazard*)

Bencana geologi adalah suatu fenomena dari dalam bumi yang terjadi akibat pergerakan bumi yang kontinu yang mengakibatkan adanya indikasi bencana bagi kalangan tertentu. Istilah *geohazard* dalam penelitian ini menunjukkan kerusakan terhadap fitur dasar laut maupun jauh di bawah dasar laut yang dapat merugikan dan sangat berpengaruh terhadap konstruksi di atasnya (Holmes, 2017). Pada *geohazard* di lepas pantai dibagi menjadi beberapa kategori yaitu di laut dangkal, medium dan dalam. Pada penelitian ini akan dibahas bencana geologi di laut dangkal dan medium saja karena keterbatasan alat.

Di laut dangkal anomali yang teridentifikasi adalah *shallow gas*, *pockmark*, koral dan jejak konstruksi lepas pantai yang terdahulu. Namun, di laut dalam terkadang adanya patahan atau *slope* dari *channel/paleo channel* dan terkadang ada gas hidrat yang terjadi karena adanya patahan yang membuat gas dari reservoir naik

sehingga dapat diketahui indikasi-indikasinya dari permukaan. Perbedaan ketinggian juga dapat berakibat fatal saat peletakan kaki atau pondasi dari konstruksi lepas pantai (Gambar 2.1), kejadian itu pun dapat diakibatkan dari lapisan dangkal yang lunak seperti *sand* atau *gravel*.

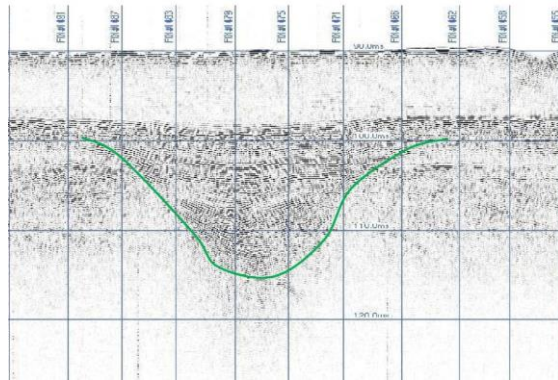


Gambar 2.1 Dampak dari geohazard di lepas pantai (Abdullah, 2007)

2.2.1. Shallow Channel

Shallow channel adalah salah satu dari sekian banyak fenomena geologi yang terjadi karena pengendapan oleh sedimen yang terjadi ribuan tahun dan menjadi salah satu bencana bagi industri konstruksi lepas pantai karena adanya perbedaan lapisan pengisi atau sedimen terhadap sedimen di atasnya. Pada survei *geohazard* sangat penting menentukan lembah dari channel karena nantinya kaki dari bangunan lepas pantai akan berdiri di atas sedimen yang idealnya adalah clay (Gambar 2.2).

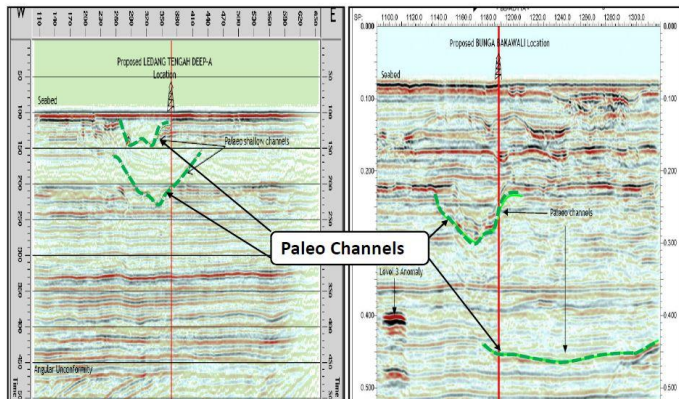
Shallow channel atau sungai tua bisa saja terisi oleh clay, material yang berporos, gravel dll. Pada daerah channel bisa saja menjadi bencana karena dapat terjadi kehilangan sirkulasi saat pengeboran yang dapat merugikan industri migas dalam suplai *mud*. Indikasi kehilangan sirkulasi adalah saat pengeboran turunnya berat lumpur pada daerah tertentu dan harus diatur tekanannya agar tidak terjadi *blowout*.



Gambar 2.2 Interpretasi *Shallow Channel* (Java Offshore, 2017)

2.2.2. Paleo Channels

Seperti halnya seperti *shallow channel* fenomena ini sangat sering terjadi dan beberapa kasus bisa saja terjadi bencana. *Channel* yang berada dibawah 1 Km di bawah permukaan laut juga sering didefinisikan *paleochannel* yang mana sudah berjuta-juta tahun tertumpuk pembentukan sedimen geologi. Alat yang digunakan dalam penerawangan *paleo channel* untuk saat ini adalah *2D High Resolution Seismic*. Adapaun interpretasi *Paleo Channel* ditunjukkan oleh (Gambar 2.3).

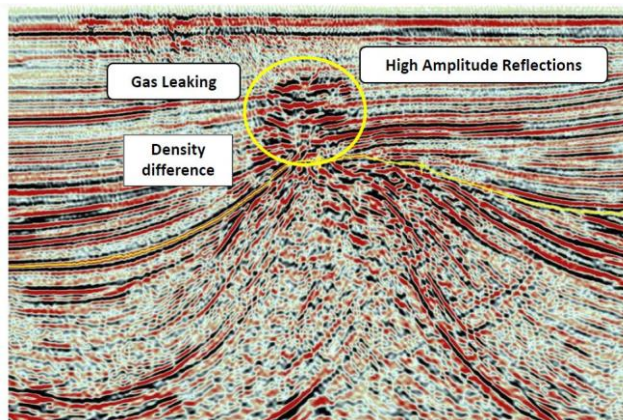


Gambar 2.3 Interpretasi *paleo channel* (Java Offshore, 2017)

2.2.3. Shallow Gas

Gas yang berada pada kedalaman sekitar 0-1 Km di bawah permukaan laut sering juga didefinisikan sebagai *shallow gas*. Gas yang terjebak dalam sedimen dangkal biasanya berasal dari tempat original dari dalam bumi (*reservoir*) tapi juga terkadang muncul karena adanya aktivitas biogenic di sedimen dangkal (Mulyanto, 1994).

Identifikasi *shallow gas* sangat penting untuk kelangsungan eksplorasi & produksi industri minyak karena pada dasarnya gas itu muncul berdekatan dengan titik perencanaan pengeboran. *Shallow gas* bisa saja menjadi bencana bagi industri migas karena bila tekanan yang diberikan oleh *mudline* tidak sesuai maka akan terjadi *blowout* yang meluapkan isi dari bumi ke permukaan. Namun, sekarang *shallow gas* justru menjadi titik acuan untuk *geoscientist* menunjukan titik pengeboran karena apabila sudah teridentifikasi gas dangkal maka kemungkinan di bawah permukaan terdapat minyak dan gas sangat besar sekali. Untuk identifikasi reservoir perlu diadakan interpretasi *bright spot*, *dim spot* dan *phase reversal* (gambar 2.4).

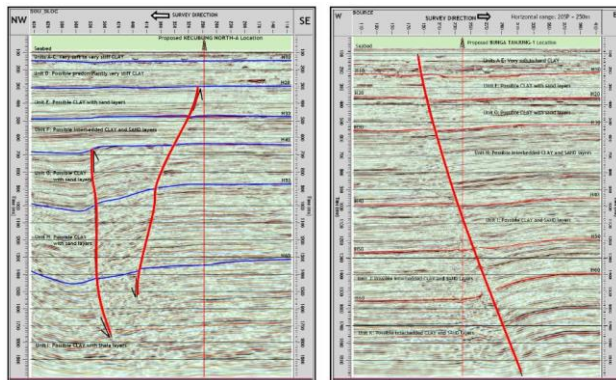


Gambar 2.4 Contoh Interpretasi Anomali *shallow gas* (Java Offshore, 2017)

2.2.4. Patahan (*Fault*)

Dalam istilah geologi patahan atau sesar sering diartikan bahwa adanya diskontinuitas dalam volume batuan, yang mana adanya perpindahan massa batuan. Patahan yang besar di bumi itu karena akibat dari lempeng tektonik yang bergerak terus menerus secara simultan. Menurut geofisika patahan terjadi karena adanya tekanan dan suhu yang rendah sehingga sifatnya rapuh.

Patahan juga menjadi penyebab terjadinya bencana bagi industri migas. Gas hidrat dari sumber reservoir pun bisa menjalar ke permukaan karena adanya patahan dan fraktur yang bisa jadi tempat penyimpanan gas itu sendiri. Namun dalam beberapa kasus patahan menjadi indikasi keberadaan hidrokarbon. Patahan yang besar sudah dipetakan berdasarkan keadaan geologi didunia agar memudahkan dalam pencarian hidrokarbon dan penelitian lainnya. Adapun interpretasi patahan berdasarkan *software seisvision* (Gambar 2.5)



Gambar 2.5 Contoh Interpretasi Patahan (Java Offshore, 2017)

2.2.5. Objek dasar laut

Fenomena objek dasar laut bisa saja terjadi karena dua alasan yaitu fenomena alam dan karena ulah manusia. Fenomena alam

yang terdeteksi oleh instrumen mempunyai karakteristik khusus sehingga dapat membantu untuk mengidentifikasi objek yang ada. Menurut versi OGP klasifikasi objek dasar laut terbagi menjadi dua yaitu, objek yang diakibatkan oleh manusia dan oleh alam (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 List Objek Dasar Laut (OGP Version 1.2,2013)

Man-Made Object	Natural Object
<ul style="list-style-type: none"> • Kabel Listrik dasar laut • Pipa Minyak • Sumur Minyak yang telah habis • Jejak kaki pemasangan <i>jack up</i> • Bangkai Kapal • Infrastruktur non migas 	<ul style="list-style-type: none"> • Relief dasar laut • Lereng dari palung • Lubang gas • Gundukan gas hidrat • Karang • Parit dasar laut • <i>Pockmark</i> • Gumpalan

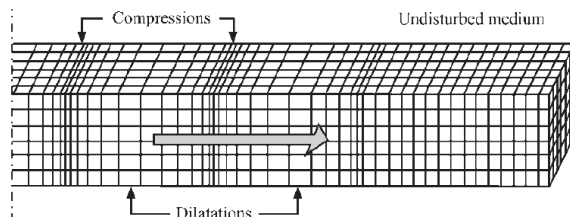
2.3 Prinsip Dasar Gelombang Seismik

Gelombang seismik merupakan gelombang mekanis yang muncul karena adanya gempabumi. Secara umum juga dapat diartikan sebagai fenomena penjalaran gelombang yang diakibatkan karena adanya gangguan pada medium disekitarnya. Gelombang seismik dapat dimunculkan melalui dua metode, yakni metode aktif dan metode pasif. Metode aktif ialah metode yang dengan sengaja menimbulkan gangguan yang dibuat oleh manusia, sedangkan metode pasif ialah gangguan yang muncul secara alamiah. Gelombang seismik tersusun atas gelombang badan (*body wave*) dan gelombang permukaan (*surface wave*).

Gelombang badan merupakan gelombang yang arah rambatnya masuk ke bawah permukaan bumi. Gelombang badan terdiri dari:

a. Gelombang Primer

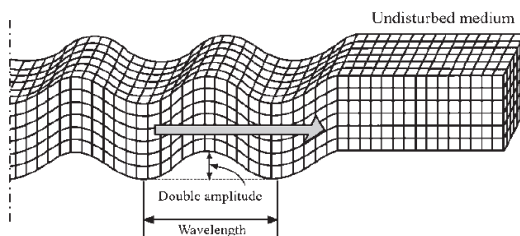
Gelombang primer merupakan gelombang yang arah getarnya searah dengan arah rambat gelombang tersebut sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Cepat rambat dari gelombang primer lebih besar dibandingkan dengan gelombang seismik lain. Gelombang primer dapat menjalar pada semua medium.



Gambar 2.6 Pola penjalaran gelombang primer (Jamady, 2011)

b. Gelombang Sekunder

Gelombang sekunder merupakan gelombang yang arah getarnya tegak lurus terhadap arah rambat gelombang tersebut sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2.7. Gelombang sekunder hanya dapat merambat pada material padat. Cepat rambat dari gelombang sekunder lebih kecil dibandingkan dengan gelombang primer.

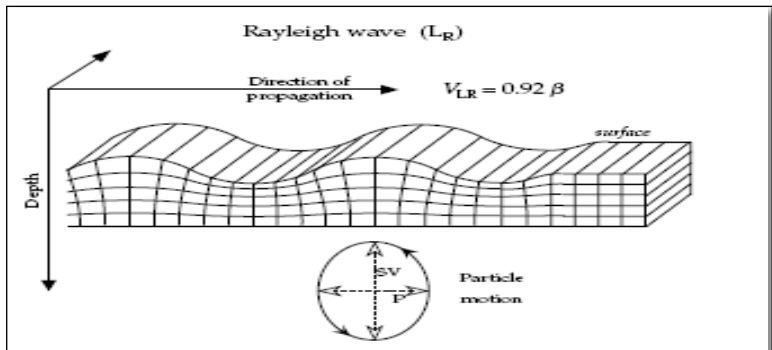


Gambar 2.7 Pola penjalaran gelombang sekunder (Jamady, 2011)

Sementara gelombang permukaan merupakan gelombang yang arah rambatnya hanya pada batas permukaan medium. Gelombang permukaan terdiri dari:

a. Gelombang Rayleigh

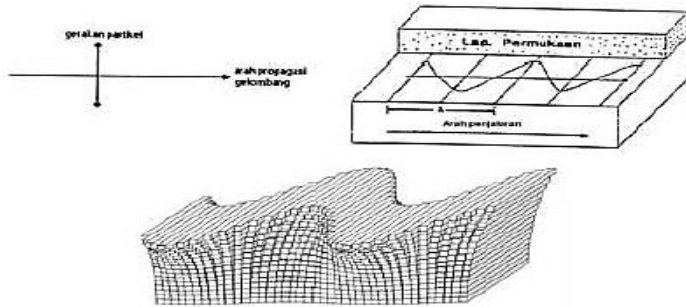
Gelombang Rayleigh merupakan hasil interaksi dari gelombang P dan gelombang *Shear Vertical* pada permukaan dan merambat secara paralel. Gelombang Rayleigh merambat pada permukaan dengan arah gerak partikel berbentuk elips seperti pada Gambar 2.8. Gelombang Rayleigh hanya dapat merambat pada medium padat saja.



Gambar 2. 8 Pola perambatan gelombang Rayleigh (Jamady, 2011)

b. Gelombang Love

Gelombang love merupakan hasil interferensi konstruktif antar refleksi dari gelombang *Shear Horizontal* pada permukaan bebas. Gelombang love hanya merambat pada batas lapisan. Gerak partikel pada gelombang love paralel terhadap permukaan namun tegak lurus terhadap arah penjalarannya seperti pada Gambar 2.9.



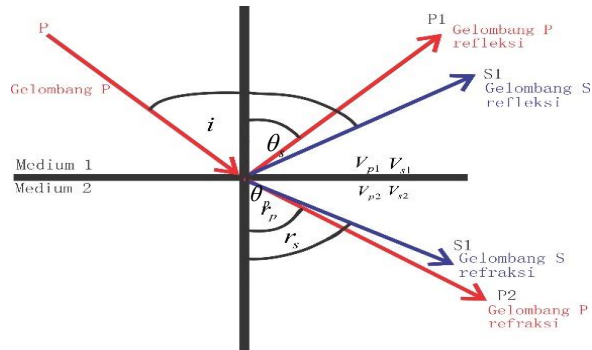
Gambar 2. 9 Pola penjabaran gelombang Love (Jamady, 2011)

Dasar mekanisme penjabaran dari gelombang seismik meliputi hukum snellius, Prinsip Huygens serta Prinsip Fermat. Berikut ini penjabaran dari masing-masing mekanisme penjabaran gelombang seismik:

a. Hukum Snellius

Saat gelombang seismik menjalar melalui lapisan batuan dengan impedansi akustik yang berbeda dari lapisan batuan yang dilewati sebelumnya, maka sebagian gelombang tersebut akan terefleksikan kembali ke permukaan dan sebagian lainnya akan diteruskan merambat ke bawah permukaan. Penjabaran gelombang tersebut mengikuti Hukum Snellius sebagaimana yang terdapat pada Gambar 2.10 dimana sudut pantul dan sudut bias merupakan fungsi dari sudut datang dan kecepatan gelombang. Ketika gelombang seismik mengenai permukaan dimana biasanya merupakan gelombang P mengenai bidang batas antara dua medium berbeda maka akan timbul gelombang refraksi dan refleksi (Hutabarat, 2009). Mengacu pada Gambar 2.10 dapat kita amati sebagian dari energi gelombang P akan direfraksikan menjadi gelombang P dan gelombang S dan sebagiannya lagi direfleksikan menjadi gelombang P dan gelombang S pula. Hukum snellius dapat dinyatakan sebagaimana berikut:

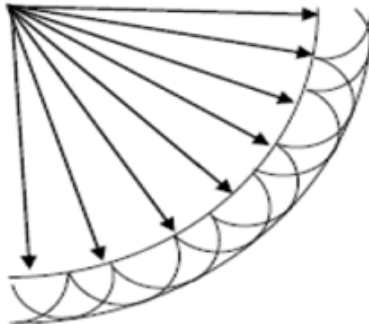
$$\frac{v}{\sin i} = \frac{V_{p1}}{\sin \theta_p} = \frac{V_{p2}}{\sin r_p} = \frac{V_{s1}}{\sin \theta_s} = \frac{V_{s2}}{\sin r_s} \quad (2.1)$$



Gambar 2. 10 Pemantulan dan pembiasan gelombang menurut Hukum Snellius

b. Prinsip Huygens

Prinsip Huygens menyatakan setiap titik pada muka gelombang merupakan sumber bagi gelombang baru. Posisi muka gelombang dapat ditemukan dengan membentuk garis singgung permukaan untuk semua *wavelet* sekunder sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2.11. Seiring bertambahnya kedalaman maka sebuah pulsa seismik akan kehilangan energinya (Asparini, 2011).



Gambar 2. 11 Penjalaran gelombang berdasarkan Prinsip Huygens (Jamady, 2011)

c. Prinsip Fermat

Gelombang seismik menjalar dari satu titik ke titik yang lain melalui jalan yang waktu penjarangannya paling singkat. Dengan demikian, apabila gelombang seismik melewati medium yang memiliki variasi kecepatan gelombang maka gelombang tersebut akan memiliki kecenderungan untuk melalui zona-zona kecepatan tinggi dan menghindari zona-zona kecepatan rendah (Jamady, 2011).

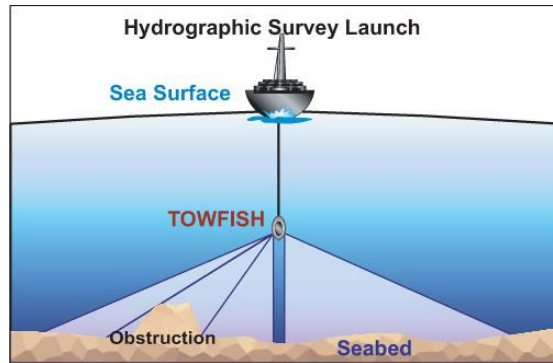
2.4 Side Scan Sonar

Side Scan Sonar (SSS) adalah metode pencitraan bawah air yang mana menggunakan prinsip gelombang akustik yang terpancar. SSS sangat efektif digunakan untuk survei fitur dasar laut karena nilai ketelitiannya dapat merekam objek yang kecil. Alat sonar ini berbentuk seperti torpedo (Gambar 2.12) agar dapat menembus ombak saat diikatkan bersama kapal survei.



Gambar 2.12 Instrumen *side scan sonar* (EdgeTech, 2017)

Prinsip kerja dari *side scan sonar* adalah alatnya ditarik di belakang kapal dan biasa di sebut *towfish* atau *sonarfish* seperti pada (Gambar 2.13) . SSS ini mengirim sinyal akustik yang berasal dari *transducer* yang mana merubah gelombang akustik menjadi energi mekanik yang menuju ke dasar laut. Sinyal tersebut kemudian ada yang terhambur dan terabsorbsi dan juga ada yang kembali ke *sonar fish* yang ditangkap oleh sebuah *receiver* yang sangat sensitive.

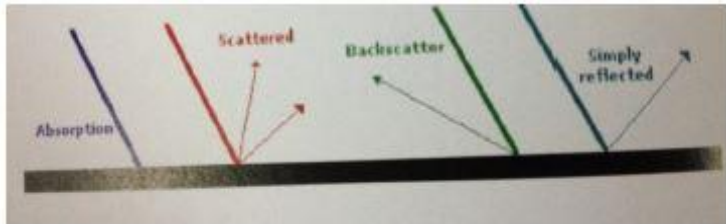


Gambar 2.13 Prinsip *Side Scan Sonar* (Anggraeni, 2012)

Side scan sonar mempunyai dual frekuensi untuk mempertajam jangkauan dan resolusi. Frekuensi tinggi sekitar 500 kHz – 1 Mhz memberikan resolusi yang sangat tinggi namun apabila frekuensi semakin tinggi maka penetrasi akustik semakin kecil yang mana bila menggunakan frekuensi tinggi maka penetrasinya semakin lemah. Frekuensi kecil 50 kHz – 100 kHz memberikan penetrasi yang sangat luas dan juga membantu menjangkau area yang cukup jauh .

Frekuensi yang terpancar oleh *side scan sonar* terlampau besar sehingga penetrasi yang dipancarkan pun tidak bisa menembus lapisan-lapisan hingga ke bawah permukaan. Tujuan dari alat ini adalah untuk menggambarkan citra dari dasar laut atau pun benda menggantung yang tidak dapat diterima oleh sonar yang kembali kepada *transducer* itu sendiri.

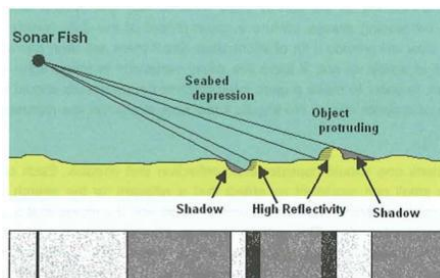
Seperti halnya gelombang akustik dan juga hukum snellius mengatakan bahwa gelombang menjalar melalui impedansi akustik yang berbeda dari lapisan yang dilewati sebelumnya, maka sebagian gelombang tersebut akan terefleksikan kembali ke permukaan dan sebagian lainnya akan diteruskan merambat ke bawah permukaan. Gelombang akustik yang dipancarkan kembali ke alat *sonar fish* disebut *backscatter* (Gambar 2.14).

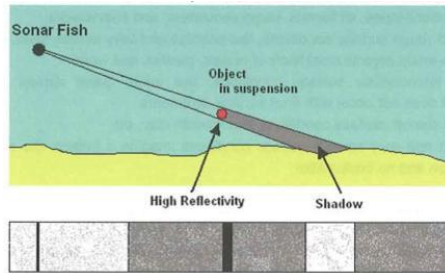


Gambar 2.14 Skematik Penghamburan dan Pemantulan Gelombang
(Lekkerkerk, 2006)

Seberapa besar gelombang yang terpantul dan terhambur itu berdasarkan sedimen penyusun material permukaan laut. Material yang *compact* dan mempunyai densitas yang besar maka gelombang akustik akan terpantul lebih banyak dan lebih kuat. Namun, bila ada sedimen pasir atau yang mempunyai banyak rongga atau pori-pori maka gelombang akustik akan semakin banyak diabsorb kedalam lapisan dan juga semakin sedikit gelombang akustik yang terekam di *receiver*.

Citra SSS, *backscatter* yang tinggi ditandai dengan warna lebih gelap dan *backscatter* yang rendah ditandai dengan warna lebih terang atau putih (Gambar 2.15). Umumnya *backscatter* yang tinggi memiliki sedimen yang relatif kasa, substrat keras, lereng curam dan dasar laut yang kasar. Area dengan *backscatter* rendah memiliki sediment yang berbutir halus. Warna putih juga biasanya disebut dengan *acoustic blanking* karena adanya objek yang menghalangi sinyal dari *side scan sonar*. (Lekkerkerk, 2006)



Gambar 2.15 Proses Penggambaran Citra *Side Scan Sonar*

Gambar 2.16 Citra Bila Sonar Terhalang oleh Objek Menggantung (Lekkerkerk, 2006)

2.5 Koreksi Side Scan Sonar

Setiap alat perlu adanya kalibrasi agar data survei yang didapat bisa maksimal. Pada *side scan sonar* ada beberapa koreksi yang menyebabkan instrumen sonar tidak bekerja semestinya. Salah satunya adalah posisi dari *side scan sonar* saat pengambilan data yang mana system diikat di belakang kapal dan posisinya harusnya 7% dari kedalaman air laut. Ada beberapa jenis ketidakstabilan *side scan sonar* (Gambar 2.17).

1. *Heave and Pitch*

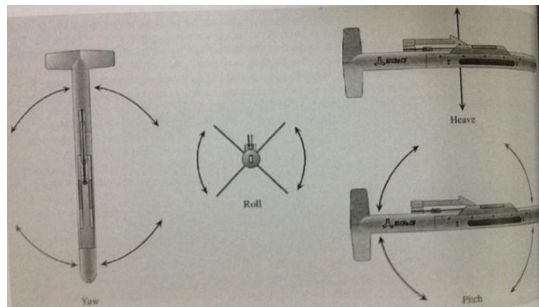
Ini adalah gerakan yang berbeda namun keduanya sering terjadi bersamaan dan menyebabkan bertambahnya atau berkurangnya posisi ketinggian dari SSS. Apabila intrumennya berada terlalu tinggi dari *seabed* maka datanya akan memiliki resolusi yang kurang baik begitu juga bila terlalu dekat dengan *seabed* maka citra yang terbentuk akan terbatas. Sedangkan *pitch* bisa menyebabkan citra terlalu terang karena sorotan sonar tidak selalu mengarah ke samping tetapi ke depan dan juga ke belakang. Ini bisa mengurangi *backscatter* dan intensitas sonar yang kembali

2. *Roll*

Efek *roll* ini adalah bila instrumen berputar karena adanya ombak atau arus yang sangat kuat. Gejala ini juga hampir sama efeknya dengan *heave* dan *pitch*.

3. *Yaw*

Kejadian ini bisanya terjadi karena kesalahan instalasi sirip *sonar fish* atau kabel yang terlilit di dalam air. *Yaw* menyebabkan sonar memindai satu sisi lebih lama dibandingkan dengan sisi lainnya. Karena SSS menggunakan *dual channel* maka ada kemungkinan salah satu *channel* tidak terekam begitu juga sebaliknya.



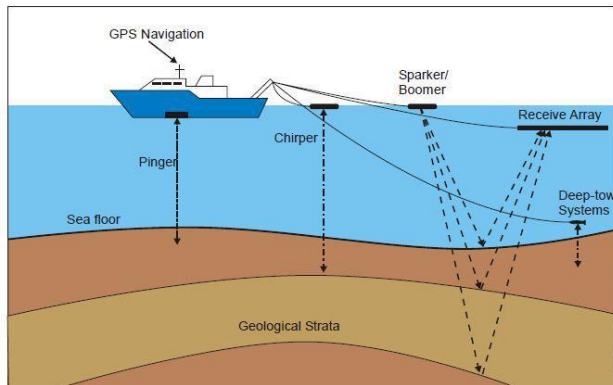
Gambar 2.17 Ilustrasi Koreksi *side scan sonar* (Lekkerkerk, 2006).

2.5 Sub-Bottom Profiler

Bawah permukaan laut umumnya mempunyai sedimen yang bervariasi dan kompleks. Densitas atau tingkat kekompakan batuan penyusun lapisan adalah salah satu faktor keberagaman dari lapisan satu dan yang lainnya. Sekarang ini instrumen yang cocok untuk survei *geohazard* dalam pengidentifikasi sedimen yang dangkal adalah *sub bottom profiler* (SBP). Umumnya instrumen ini menggunakan prinsip kerja dari penjalaran dan pemantulan gelombang akustik yang nantinya di tangkap oleh *receiver* bila mengenai indeks bias yang berbeda atau biasa disebut *bedthickness*.

Instrumen SBP pada dasarnya hampir sama dengan *side scan sonar* yang mana mempunyai transducer yang mengeluarkan sinyal dengan frekuensi yang sangat rendah. Konsekuensi untuk

konfigurasi dengan penetrasi yang dalam adalah sekitar 7% dari kedalaman laut artinya bila ingin kedalaman laut adalah 70 m maka instrumennya di *tow* 7 meter diatas bawah permukaan laut (Saleh, 2016). Pada umumnya Transducer mentransmisikan 2 frekuensi tinggi dan frekuensi rendah sesuai dengan alat yang digunakan. Adapun cara pemasangan alat dari Sub-bottom Profiler ditujukan pada (Gambar 2.18).



Gambar 2.18 Pemasangan Sistem sub-bottom profiler

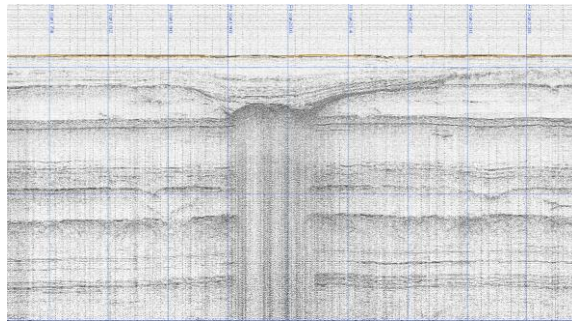
Tipe dari SBP ada beberapa macam yang diklasifikasikan pada frekuensi dan pemasangan alatnya (Tabel 2.2). Sama halnya dengan SSS yang mana bila menggunakan frekuensi yang tinggi maka akan dapat penetrasi yang dalam dangkal dengan catatan resolusi akan bertambah dan begitu sebaliknya. Adapun tipe SBP dengan resolusi tinggi yaitu *Chirper* dan *Pinger* dan tipe SBP dengan frekuensi rendah yaitu *boomer*, *sparker*, *air guns*. Dalam sistem frekuensi rendah biasanya sumber energi terpisah dengan *receiver* atau *hydrophone* (Penrose *et al.* 2005).

Tabel 2.2 Tipe Sistem sub-bottom profiler (Penrose *et al.* 2005)

<i>System</i>	<i>Frequency</i>	<i>Depth of Penetration</i>
Sparker	50 Hz – 4 kHz	500 m

Chirper	1-10 kHz	< 100 m
Boomer	300 Hz – 3 kHz	<200 m
Pinger	2 – 12 kHz	10 -50 m

Dalam pembacaan data SBP juga terkadang dapat mengetahui dengan jelas dimana letak *channel* atau sungai purba yang terjadi karena adanya sedimentasi baru yang berada diatas sedimen yang lama (Gambar 2.19). Umumnya *geoscientist* menentukan dahulu letak reflektor pertama dari sedimen tersebut agar mengetahui kedalaman dari *channel* dan anomali dari data SBP.



Gambar 2.19 Penampang *sub bottom profiler* (Java Offshore, 2015)

Dengan penampang seperti ini lebih memudahkan para interpreter untuk mendefinisikan ketebalan sedimen yang nantinya di konfirmasi oleh data *coring* atau *sampling*. Pada gambar 2.6 terlihat ada sekitar 6 sedimen yang berbeda dan terekam oleh data SBP. Perbedaan nilai densitas dan kekompakan batuan juga sangat berpengaruh untuk menentukan ketebalan lapisan karena prinsip gelombang akustik adalah pemantulan dan pembiasan apabila menembus lapisan yang berbeda indeks biasnya.

$$v = \lambda \cdot f \quad (2.1)$$

v = Cepat rambat (m/s)

λ = Panjang Gelombang (m/s)

f = Frekuensi (Hz)

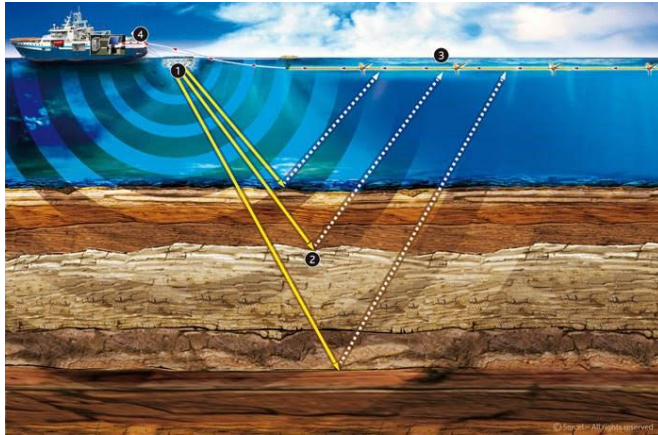
2.6 2D High Resolution Seismic

Pada umumnya tujuan dari survei seismik adalah untuk mengetahui struktur dan lapisan di bawah permukaan bumi. Semakin berkembangnya zaman berbagai metode dikembangkan untuk melihat isi dari sedimen penyusun lapisan bumi. Namun, seismik adalah metode paling baik dan paling akurat untuk menginterpretasikan suatu lapisan di bawah permukaan (Gambar 2.20). Kualitas rekaman seismik dinilai dari perbandingan sinyal terhadap gangguan (*noise*) atau biasa disebut S/N. Gangguan yang diakibatkan oleh bawah permukaan juga berpengaruh terhadap densitas dan porositas dari batuan penyusun itu sendiri.

Eksplorasi seismik dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu eksplorasi seismik dangkal dan eksplorasi seismik dalam. Eksplorasi seismik dangkal biasanya hanya untuk menentukan lokasi batu bara, bahan tambang dan survei *geohazard* seperti halnya dalam penelitian ini. Sedangkan eksplorasi seismik dalam digunakan untuk eksplorasi daerah prospek minyak dan gas. Dua jenis eksplorasi tersebut tentunya memiliki konfigurasi dan resolusi yang berbeda pula.

Pada survei *geohazard* umumnya menggunakan seismik dengan resolusi tinggi yang mana bisa menyediakan detail secara umum diantaranya *Shallow Channel*, *Shallow Gas* dan Objek tertimbun. Beda halnya dengan seismik dalam pada seismik resolusi tinggi idealnya hanya mampu merekam sampai 2000 ms saja tapi itu semua tergantung dari banyaknya *hydrophone* atau *receiver* yang digunakan saat pengukuran.

Teknik akuisisi data seismik laut adalah dengan membentangkan *streamer* atau *hydrophone* di permukaan laut yang nantinya akan menerima gelombang pantul yang sudah dipancarkan oleh *air gun* (Gambar 2.20). Gelombang yang kembali ke *streamer* akan terbaca waktu penjarannya dan akan menjadi *trace* seismik yang kemudian akan diinterpretasikan lapisan-lapisan penyusunnya.



Gambar 2.20 Akuisi Seismik Laut Resolusi Tinggi (Aina, 1999)

2.7 Konsep Dasar Migrasi

Migrasi adalah suatu proses dalam pengolahan data seismik yang mana tujuannya adalah untuk memindahkan reflektor yang miring ke posisi bawah permukaan yang sebenarnya. Oleh karena itu, proses ini mendelineasi kenampakan bawah permukaan seperti bidang sesar. Migrasi juga dapat dilihat sebagai dekonvolusi spasial yang meningkatkan resolusi lateral atau horizontal. Namun, terkadang migrasi yang berlebihan dapat menyebabkan estimasi kedalaman menjadi kurang akurat. Maka dari itu, estimasi kedalaman dalam data seismik selalu memiliki keterbatasan dalam akurasi dan konversi kedalaman tidak sepenuhnya akurat (Berkhout and Wulffen, 1980).

2.7.1 Migrasi Berdasarkan Kawasan

2.7.1.1 Migrasi Waktu (*Time Migration*)

Migrasi waktu berasumsi pada perambatan gelombang lurus di bawah permukaan. Hasil akhir dari proses migrasi waktu adalah berupa penampang seismik yang ditampilkan dalam skala waktu. Migrasi ini juga berasumsi bahwa model kecepatan merupakan *gradient* kecepatan *vertical*. Dari asumsi tersebut perbedaan antara

sumbu waktu dan sumbu kedalaman hanya dalam skalanya saja (Abdullah, 2007).

Pada proses kontinuitas ke bawah untuk setiap *sample* dilakukan dengan pengurangan waktu konstan, sehingga persamaan (2.2)

$$\Delta_z = \Delta_t \frac{v}{2} \quad (2.2)$$

Dimana,

Δ_t = Interval *sample* waktu

V = Kecepatan Penjalaran Gelombang

Δ_z = Interval *sample* kedalaman

2.7.1.2 Migrasi Kedalaman (*Depth Migration*)

Berbeda dengan migrasi waktu, dalam kasus ini migrasi kedalaman menggunakan asumsi gerak perambatan gelombang yang sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Hasil akhir dari proses migrasi kedalaman pun akan di tampilkan dalam penampang kedalaman dengan menggunakan kecepatan interval, dimana kecepatan tersebut sangat sesuai untuk migrasi dengan pendekatan penjumlahan kurva (Abdullah,2007).

2.7.2 Migrasi Berdasarkan Tipe

2.7.2.1 Migrasi Setelah Stack (*Post Stack Migration*)

Migrasi *post stack* adalah metode migrasi yang dalam pengolahan datanya dilakukan setelah proses stack. Metode ini dilakukan setelah *Normal Move-Out* dan setelah dijumlahkan semua stack. Migrasi *post stack* dilakukan untuk mengembalikan reflektor reflektor yang sederhana atau memiliki kecuraman yang datar.

2.7.2.2 Migrasi Sebelum Stack (*Pre Stack Migration*)

Migrasi *pre stack* dilakukan sebelum proses penjumlahan *trace* seismik. Pada reflektor yang miring pengaruh reflektor ini akan

menyebabkan kecepatan awal lebih besar dari kecepatan RMS (Utama, 2009). Oleh karena itu, pada migrasi ini kurang akurat menggambarkan model-model bawah permukaan yang sebenarnya.

Umumnya metodologi yang digunakan untuk PSTM adalah metode *Kirchhof Migration*. Untuk melakukannya pertama harus meng-konvolusi dengan *elliptical impulse response*. Dikarenakan PSTM biasanya memiliki variasi kecepatan yang *smooth*, maka residual NMO diterapkan setelah NMO yang utama. *Elliptical Impulse Response* dibangun berdasarkan persamaan ellips sebagai berikut :

$$\frac{x^2}{L^2} + \frac{z^2}{d^2} = 1 \quad (2.3)$$

$$l^2 = h^2 + d^2 \quad (2.4)$$

Dimana :

h = Offset/2

L = $T/2$

z = Kedalaman

x = offset

T = Waktu

2.8 Kecepatan Seismik

Kecepatan seismik merupakan salah satu analisis yang penting dalam rangkaian proses sampai interpretasi seismik secara keseluruhan. Karena itu informasi kecepatan seismik sangat penting untuk beberapa aspek diantaranya :

- Merubah penjalaran waktu menjadi kedalaman
- Koreksi geometri
- Prediksi litologi lapisan

Secara akustik, sifat sifat yang menentukan kecepatan seismik adalah elastisitas E , dan densitas ρ . Persamaan dasar kecepatan seismik adalah :

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (2.5)$$

Pengaruh elastisitas pada kecepatan seismik lebih besar dibandingkan dengan pengaruh dari densitas (Maliyan, 2009).

Elastisitas batuan dapat dinyatakan dalam beberapa modulus dan untuk memperoleh kecepatan seismik harus dipilih modulus yang tepat. Modulus Young, modulus Bulk dan modulus geser merupakan modulus yang paling banyak digunakan dalam perhitungan kecepatan. Ada beberapa factor yang mempengaruhi suatu kecepatan gelombang seismik antara lain porositas, litologi, sementasi, kekompakan batuan dan tekanan. Litologi adalah factor penting dalam kalkulasi kecepatan, contoh kecepatan seismik di batuan pasir lebih kecil dibandingkan di batuan *clay/shale* (Tabel 2.3).

Tabel 2.3 Pengaruh Litologi Terhadap Kecepatan Seismik (Maliyan, 2009)

<i>Rock Type</i>	<i>V (m/s)</i>
<i>Air</i>	<i>330</i>
<i>Water</i>	<i>1400-1500</i>
<i>Ice</i>	<i>3000-4500</i>
<i>Alluvium, Sand (dry)</i>	<i>300-1000</i>
<i>Sand (Water Saturated)</i>	<i>1200-1900</i>
<i>Clay</i>	<i>1100-2500</i>
<i>Coal</i>	<i>1400-1600</i>

Dari tabel di atas bisa dilihat walaupun batuan mempunyai jenis yang hampir sama namun kecepatan seismik yang menjalar di batuan tersebut pun berbeda-beda. Sungguh naif bila litologi ditentukan dari hasil kecepatan seismik saja perlu adanya data lain yang meng-konfirmasi data litologi agar akurat.

Konversi waktu refleksi ke kedalaman merupakan suatu tahap yang penting dalam interpretasi seismik karena memerlukan prediksi kecepatan formasi datum seismik (CDP) dan titik refleksi. Konversi tersebut biasanya diperoleh dari hasil perkalian kecepatan (v) dan setengah dari *two way time* (TWT) pada titik reflektor tersebut. Perumusannya dinyatakan sebagai berikut :

$$z = v \left(\frac{twt}{2} \right) \quad (2.6)$$

Ada beberapa jenis kecepatan yang di gunakan dalam konversi waktu ke kedalaman data seismik antara lain.

2.8.1 Kecepatan rata-rata

Dalam susuna lapisan yang horizontal, kecepatan rata-rata dari lapisan ke- n diberikan :

$$v_a = \frac{1}{T_0} \sum_{k=1}^n v_k t_k \quad (2.7)$$

v_k = Kecepatan dari lapisan ke- k ,

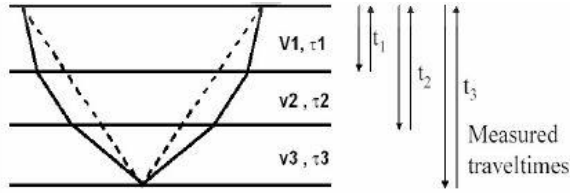
t_k = *two way time* (TWT) lapisan ke- k

T_0 = Waktu normal *two way time*

2.8.2 Kecepatan RMS (*root mean square*)

Kecepatan RMS adalah metode analisa kecepatan yang paling banyak di gunakan dalam identifikasi data seismik. Untuk lapisan horizontal dirumuskan sebagai berikut :

$$v_{rms} = \left(\frac{\sum_{k=1}^n v_k t_k}{\sum_{k=1}^n t_k} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.8)$$



Gambar 2.21 Kecepatan *rms* tiap lapisan (Maliyan, 2009)

2.8.3 Kecepatan Normal Move out

Kecepatan *normal move out* (NMO) adalah kecepatan yang digunakan pada proses NMO saat *processing* data seismik. Dan rumusnya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\Delta T = \frac{x^2}{2v_{NMO}^2 t_0} \quad (2.9)$$

Kecepatan NMO dapat didefinisikan juga sebagai akar kemiringan dari *invers* pada titik $y=0$, dengan y adalah jarak sumber dan *hydrophone* atau biasa disebut *zero offset* (Shah, 1973).

$$v_{NMO}^2 = \left[\frac{d(t^2)}{d(y^2)} \right]^{-1} \quad (2.10)$$

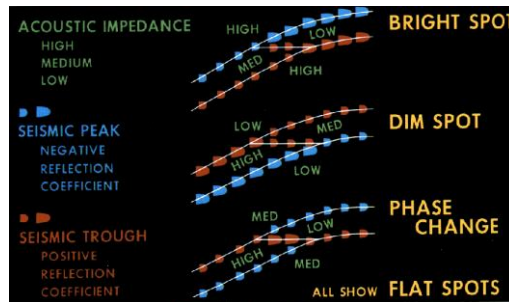
Pada perumusan ini, diasumsikan bahwa kecepatan dalam suatu lapisan konstan atau homogen.

2.9 Indikator Hidrokarbon Langsung (*Direct Hydrocarbon Indicator*).

Indikator hidrokarbon langsung (*Direct Hydrocarbon Indicator* disingkat DHI) adalah indikator adanya hidrokarbon dalam ruang pori batuan yang umumnya tampak pada penampang seismik. Mayoritas DHI berhubungan dengan reservoir gas daripada minyak karena efek sifat akustik gas pada ruang pori secara signifikan lebih besar dari pada minyak (Brown, 1999). Jenis-jenis DHI yang terlihat pada penampang seismik sebagai

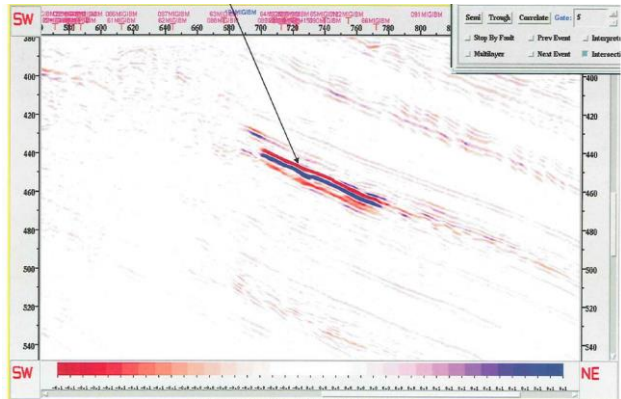
anomali akibat kontras impedansi akustik meliputi *brightspot*, *dimspot*, *phase reversal*, dan *acoustic masking*.

Karena mayoritas DHI adalah menginterpretasikan tentang gas. Namun, *bright spot* tidak semua disebabkan oleh gas. Batuan karbonat, batuan beku, lapisan tipis pada ketebalan *tuning* pun dapat menghasilkan koefisien refleksi tinggi (Yunanda, 2010). Pada kasus batuan karbonat atau batuan lainnya yang punya nilai impedansi akustik yang tinggi, koefisien refleksi akan menjadi positif (mayoritas gas menghasilkan koefisien refleksi negative) dan dapat dideteksi pada tampilan polaritas (Gambar 2.22). Lapisan batubara pun juga dapat menghasilkan amplitudo yang tinggi dengan koefisien refleksi yang negatif (Badley, 1985).



Gambar 2.22 Klasifikasi DHI pada Penampang Seismik (Java Offshore, 2015)

Berkurangnya amplitudo karena adanya gas di dalam batu pasir atau reservoir disebut sebagai *dim spot*. *Dim spot* pada kasus kontak antara batu lempung dengan gas di dalam batu pasir terkompaksi atau batu lempung dengan gas di dalam batuan karbonat biasanya akan mempunyai koefisien refleksi positif. Pada (Gambar 2.23) Gas yang berada pada reservoir relatif mempunyai nilai impedansi akustik yang besar dibandingkan dengan sedimen di atasnya. Gas pada reservoir menurunkan koefisien refleksi dan menyebabkan reflektor di atas reservoir menurunkan amplitudo dan menjadi kabur (Yunanda, 2010).



Gambar 2.23 *Brightspot* pada penampang seismik (Java Offshore, 2015)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

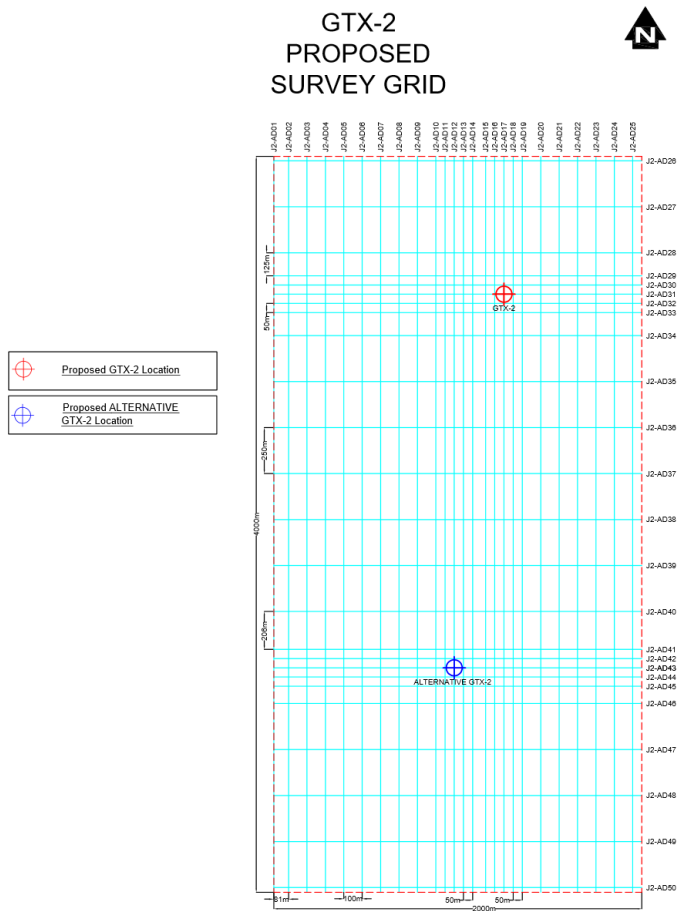
3.1 Lokasi Penelitian

Pengambilan data penelitian dilakukan oleh pihak PT. Java Offshore di daerah perairan Madura dengan survei sebanyak 50 *line* (Gambar 3.2). Penelitian ini dilakukan di daerah perairan Madura, Jawa Timur dengan 3 metode yaitu *side scan sonar*, *sub-bottom profiler* dan *2D high resolution seismic* sebagaimana digambarkan pada (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Persebaran titik pengukuran di lokasi penelitian
(GoogleEarth.com)

Terdapat dua pengajuan lokasi sumur minyak yaitu pada GTX-2 dan Alternative GTX-2. Survei dilakukan pada tempat dengan panjang 2000 m dan lebar 4000 m dengan spasi antar *line* 50 m bila dekat dengan target yang ditujukan. Sedangkan jarak antar *line* 250 m bila relatif jauh dari target seperti pada (Gambar 3.2). *line* yang memotong lokasi GTX-2 adalah *line* 31 dan 17. Sedangkan, *line* yang memotong Alternative GTX-2 adalah *line* 43 dan 12.



Gambar 3.2 *Survey Grid* lokasi Penelitian

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a) Data *side scan sonar*
- b) Data *sub-bottom profiler*
- c) *Pre stack time migration Seismic 2D*
- d) Data *sheet coring geotechnical*

3.2.2 Peralatan

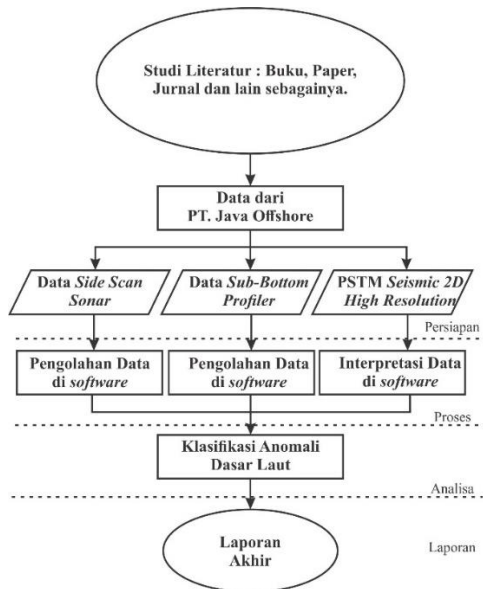
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :

- a) *Microsoft office 2010*
- b) *Coda Octopus* milik PT. Java Offshore
- c) *AutoCAD Map 3D 2010* milik PT. Java Offshore
- d) *Seisvision by Landmark* milik PT. Java Offshore
- e) *Image data Multibeam Bathimetri* untuk validasi data *side scan sonar*

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahap Pelaksanaan

Diagram alir penelitian Tugas Akhir :



Gambar 3.3 Diagram Alir Pelaksanaan

Penjelasan diagram alir pelaksanaan di atas adalah sebagai berikut :

1. Step Persiapan

- Studi Literatur

Studi literature dilakukan guna mempelajari dan memahami teori dan mekanisme pengolahan data *side scan sonar* dan *Sub-bottom profiler* serta memahami interpretasi data tersebut. Interpretasi *2D High Resolution Seismic* pun dipelajari dan memahami mekanisme penggunaan *software*

interpretasi seismik dengan menggunakan manual book dan website terkait produk *software* tersebut.

- Data Dari Java Offshore

Pada step ini dilakukan permohonan data di PT. Java Offshore yaitu data *Side Scan Sonar*, data *Sub-bottom Profiler*, Image Multibeam, data *core* dan data *Post-stack 2D HR Seismic*.

2. Step Proses

- Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan *Mozaik side scan sonar*, Kontur kedalaman *sub-bottom profiler* dan *horizon 2D HR seismic*. Yang nantinya akan di analisa data anomali bawah permukaan laut dan objek dasar laut dari data yang didapatkan.

3. Step Analisa

- Analisa Data

Melakukan analisa anomali bawah permukaan laut dan objek dasar laut dengan menggabungkan hasil dari peta *seabed feature* dan Kontur *sub-bottom profiler* yang di konfirmasi oleh data *2D HR seismic*.

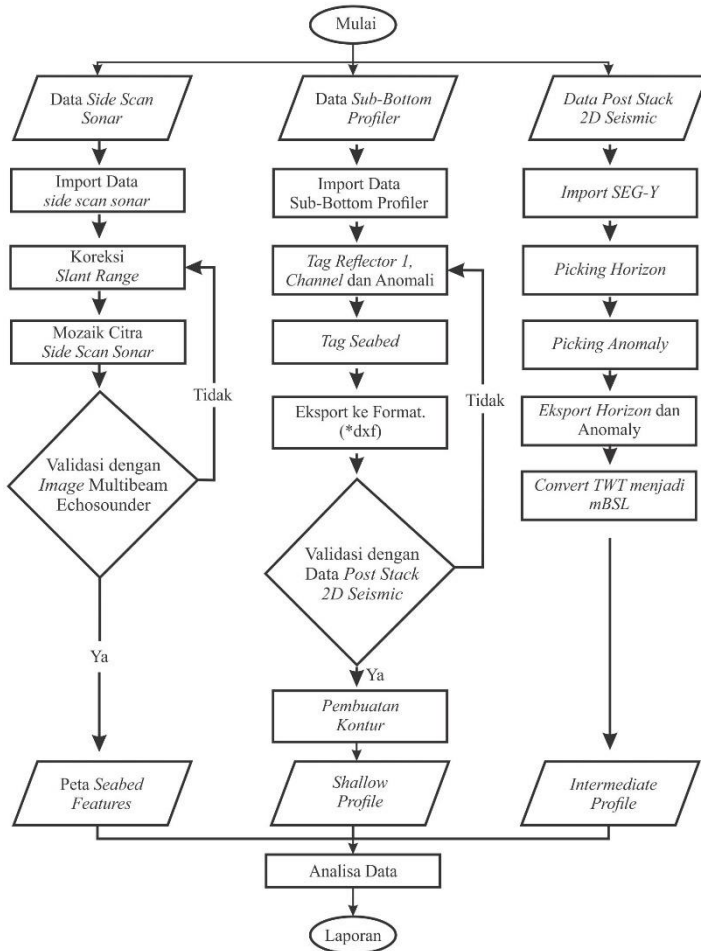
4. Step Laporan

- Penyajian data

Kegiatan Penelitian Tugas Akhir pada step laporan adalah melakukan penyajian data berupa laporan hasil dan peta yang berisikan informasi data yang didapatkan.

3.3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data pada penelitian Tugas Akhir ini memiliki Diagram Alir sebagai berikut :



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data

Penjelasan lebih lanjut tentang diagram alir diatas dibagi menjadi 4 bagian dalam penjelasannya, yaitu :

1. Pengolahan *Side Scan Sonar*
 2. Pengolahan *Sub-bottom Profile*
 3. Pengolahan *Post Stack 2D Seismic*
 4. Analisa Data
1. Pengolahan *Side Scan Sonar*
 - a. Import data *Side Scan Sonar* kedalam *software* dan dijalankan menurut Prosedur. Data juga dipastikan dalam keadaan baik dan harus dipastikan ada file navigasinya agar posisi dan koordinat berada pada lokasi sebenarnya.
 - b. Koreksi jarak miring (*slant range*) bertujuan untuk mengkoreksi hasil rekaman *side scan sonar* dalam posisi datar dan juga pencahayaan TVG (*Time Varied Gain*) dilakukan agar memudahkan interpreter dalam melihat anomali.
 - c. Mozaik citra *side scan sonar* adalah proses *imaging* data dari *mainline* atau *crossline* sehingga membentuk suatu *image* yang menggambarkan citra bawah laut. Setelah itu data di export dengan format *geotiff* yang mana gambar mozaik di *inject* dengan koordinat navigasi yang sebenarnya.
 - d. Hasil mozaik citra *side scan sonar* divalidasikan dengan *image multibeam echosounder*, dan pada akhirnya diklasifikasikan anomali yang berada pada survei area di dalam peta *seabed features*.
2. Pengolahan *Sub-bottom Profiler*
 - a. Import data *Sub-bottom Profiler* kedalam *Software* dan dijalankan menurut prosedur. Data juga dipastikan dalam keadaan baik dan harus dipastikan ada file navigasinya agar posisi dan koordinat berada pada lokasi sebenarnya.
 - b. *Tagging* lapisan pertama dengan *channel* yang menembus lapisan pertama. Anomali akan di tag pula bisa adanya *acoustic masking* atau *acoustic blanking* yang mana tidak

adanya data dari layer tertentu. Pada step ini TVG (*Time Varied Gain*) juga dilakukan agar data menjadi *smooth* dan mudah untuk diinterpretasikan.

- c. *Tag Seabed* adalah proses penentuan jarak kedalaman dari *reflektor* pertama atau lapisan pertama ke permukaan dasar laut agar dapat informasi kedalaman tiap *line* yang akan dibuat peta kontur kedalaman
 - d. *Eskport* kedalam format (.dxf) yang mana adalah format untuk dibuka di aplikasi *mapping* seperti AutoCAD Map atau ArcGis
 - e. Setelah diketahui informasi kedalaman dari data *Sub-bottom* profiler maka harus divalidasi dengan data *Post Stack 2D Seismic* yang nantinya akan dibuat peta kontur kedalaman yang dangkal dari *Sub-bottom* profiler.
3. Pengolahan *Post Stack 2D Seismic*
- a. Import SEG-Y kedalam *software* dan dijalankan menurut buku manual. Navigasi dari seismik perlu untuk dimasukan kedalam data *Post Stack* untuk mengetahui posisi sebenarnya. Informasi jumlah *Source*, *CDP*, *inline* dan *xline* juga perlu diketahui dari data sheet yang sudah dilakukan oleh *Processor*.
 - b. Setelah diimport data maka akan dilakukan *picking horizon* yang bertujuan untuk mengetahui lapisan mana saja yang akan ditampilkan dan diinterpretasikan. Berdasarkan *velocity analysis* bagian yang pilih setiap 200 ms.
 - c. *Picking fault* dilakukan apabila didalam survei area adanya patahan yang sangat mengganggu kegiatan konstruksi lepas pantai.
 - d. Step terakhir adalah menampilkan penampang seismik yang nanti akan dianalisa *channel* dan anomali yang dalam.
4. Analisa Data

- a. Melakukan analisa *seabed features* dari data *Side Scan Sonar* dan analisa kontur kedalaman dari data *Sub-bottom profiler*
- b. Melakukan *clustering* fitur dasar laut.
- c. Melakukan interpretasi anomali bawah permukaan laut.
- d. Membuat laporan akhir.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Mozaik *Side Scan Sonar*

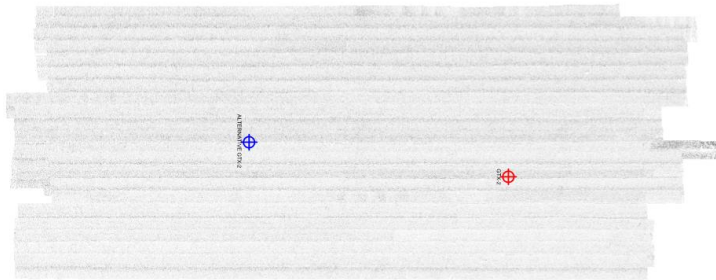
Gambar suatu citra permukaan dasar laut dapat diperoleh dengan dua instrumen yaitu *Side Scan Sonar* dan *Multibeam Echosounder*. Gambar dari *Side Scan Sonar* idealnya dapat menampilkan anomali permukaan laut yang baik dengan menampilkan pola gelap dan terang pada *mozaik window* karena instrumen ini mayoritas prinsipnya dengan sistem *towing*. Pada penelitian ini instrumen *side scan sonar* yang digunakan adalah *EdgeTech FS4200*. Instrumen ini menggunakan sistem *dual channel* yang mana bisa mentransmisikan *low frequency* dan *high frequency*. Untuk *low frequency* tersedia 120 kHz dan bisa menjangkau hingga 230 m setiap sisi dan untuk *high frequency* tersedia 600 kHz dan bisa menjangkau 100 meter setiap sisi dengan resolusi yang baik. Kelemahan dari metode *side scan sonar* adalah adanya *vessel track* yang berwarna putih yang terdapat ditengah data sehingga dibutuhkan interpolasi data untuk menghubungkan data kanan dan kiri (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Citra yang belum (A) dan citra yang sudah (B) dilakukan *slant range correction*

Akuisisi pada penelitian ini dilakukan pada 50 *line* yang sesuai dengan *corrected navigasi* yang mana data itu berguna untuk membenarkan lokasi dari keadaan sebenarnya (*fix line*). Setelah itu pengolahan citra ini dilakukan koreksi garis miring (*slant range*) untuk menghilangkan garis putih ditengah jalur instrumen *side scan sonar* atau biasa disebut *bottom track*. Untuk memperhalus gambar citra perlu adanya TVG (*time varied gain*) atau *bandpass filter* yang mana mengatur banyak tidaknya frekuensi yang dipakai untuk suatu gambar.

Setelah semua koreksi dilakukan maka langkah selanjutnya dilakukan mozaik untuk memperlihatkan semua *line* menjadi satu *image* agar mempermudah interpretasi (Gambar 4.2). Gambar di *export* kedalam format (*.geotiff) agar navigasi yang sudah dimasukan pada awal prosesing bisa sesuai dengan koordinat aslinya saat di *plot* kedalam *software*. Hasil mozaik nantinya akan dibandingkan dengan *image multibeam echosounder* untuk informasi kedalaman.

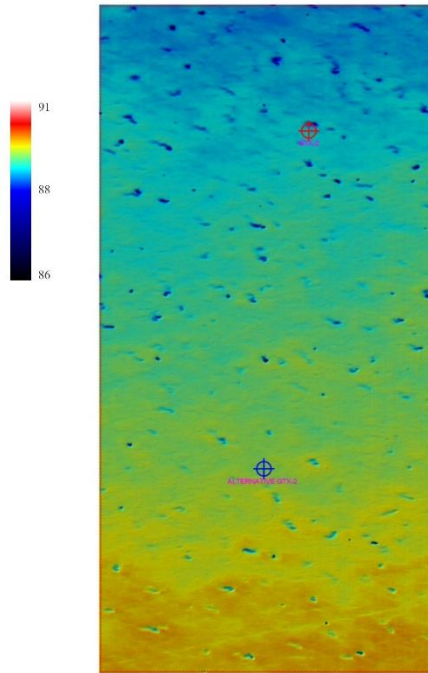


Gambar 4.2 Hasil Mozaik citra *side scan sonar line 1-25*

4.2 Analisa Seabed Features

Seabed features adalah suatu peta permukaan dasar laut yang berupa anomali alam ataupun buatan manusia itu sendiri. Peta ini merupakan suatu digitasi dari 2 data dimana hasil dari batimetri *multibeam echosounder* dan mozaik *side scan sonar*. Data *image multibeam echosounding* (Gambar 4.3) didapatkan

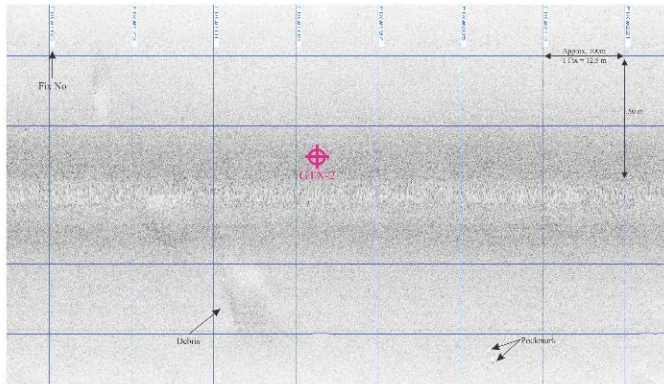
dari hasil survei yang dilakukan PT. Java Offshore sebagai berikut.



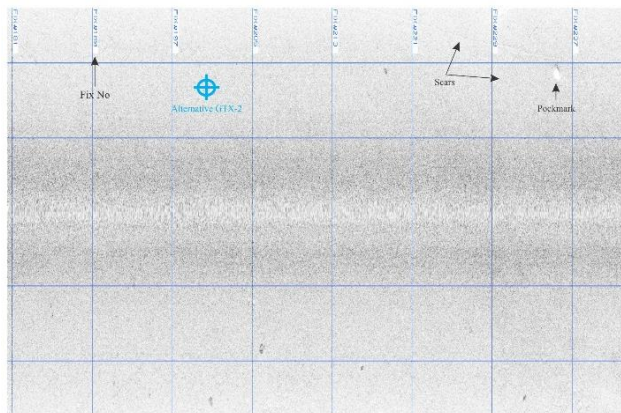
Gambar 4.3 Image Multibeam Echosounder

Pada (Gambar 4.3) gambar *multibeam echosounder* tersebut memiliki kedalaman berkisar antara 86 – 90 meter pada area survei dan memiliki 2 koordinat pengajuan sumur minyak pada lapangan GTX-2 dan Alternative GTX-2. Pada *seabed feature* harus dilakukan interpretasi kenampakan fitur dasar laut yang memungkinkan berada pada area survey panjang 2 km dan lebar 4 km. interpretasi awal dilakukan untuk mengetahui posisi dari anomali atau objek apa saja yang terdapat di area survei. *Line* survei pada daerah pengajuan lapangan GTX-2 saling tegak lurus di *line* 31 (Horizontal) dan *line* 17 (Vertikal). Sedangkan pada alternative GTX-2 saling tegak lurus di *line*

43 (Horizontal) dan *line* 12 (Vertikal). Citra *Side Scan Sonar* pada lokasi pengajuan ditujukan pada gambar 4.4 dan gambar 4.5.



Gambar 4.4 Citra *Side Scan Sonar* pada *line* 31 daerah GTX-2



Gambar 4.5 Citra *Side Scan Sonar* pada *line* 44 daerah Alternative GTX-2

Untuk *side scan sonar* pada penelitian ini digunakan *dual frequency* yang mana *port*(sisi kiri) dan *start board*(sisi kanan) maka lokasi pengajuan berada bukan pada titik bawah

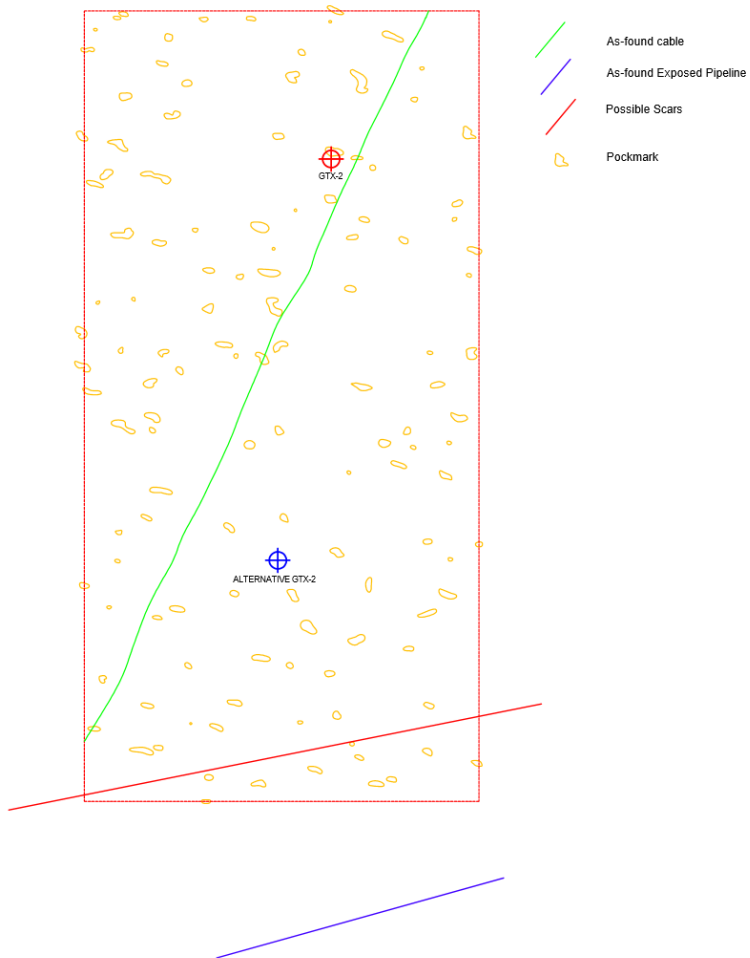
insturumen itu sendiri melainkan berada beberapa meter di kanan atau di kiri insturumen ini. Pada kasus nomer fix juga diketahui untuk mengetahui posisi sebenarnya dari insturumen. Pada (Gambar 4.4) diketahui posisi dari GTX-2 berada pada *line 31* nomer fix 190 pada posisi horizontal dan gambar *line 17* vertikal berada pada fix 190 beberapa meter disebalah kanan pada *start board* (Gambar dilampirkan). Sementara posisi dari alternative GTX-2 pada (Gambar 4.5) berada pada *line 44* posisi Horizontal di nomer fix 210 dan gambar *line 12* posisi Vertikal berada pada fix 350 beberapa meter disebalah kanan pada *start board*.

Interpretasi dari hasil *side scan sonar* diketahui bahwa adanya *debris*, *pockmark* dan *scars* bekas dari timbunan kabel atau pipa. Peta *Seabed feature* sebenarnya berfungsi untuk memberikan informasi tentang objek yang berada paling dekat dengan target yang mana target disini adalah pengajuan lapangan baru yaitu GTX-2 dan Alternative GTX-2. Untuk informasi tersebut dinyatakan dalam jarak dan kedalaman yang mana di klasifikasikan pada (Tabel 4.1) ini.

Tabel 4.1 Klasifikasi Fitur Dasar Laut terhadap jarak dari target

Klasifikasi Fitur Dasar Laut	Jarak dari Lokasi (m)	
	GTX-2	Alternative GTX-2
Pockmark	16 m	54 m
Kabel	101 m	476 m
Pipa	1100 m	1000 m
<i>Scars Trawl</i>	457 m	187 m

Interpretasi dari data *side scan sonar* dengan validasi dengan data *multibeam echosounder* menggunakan perangkat lunak *charting* seperti *Autocad* (Gambar 4.6).



Gambar 4.6 Distribusi Lateral Fitur Dasar Laut pada area survei

Pada Gambar 4.6 terdapat beberapa objek yang sering ditemui apabila di laut lepas. Pada kasus ini garis warna hijau menandakan adanya kabel yang masih aktif di sepanjang area survei dapat diketahui oleh data *multibeam* dan *side scan sonar*.

Kabel yang masih aktif ini bisa menjadi suatu permasalahan pada penempatan rig pada GTX-2 yang hanya berjarak 101 m. Pada garis warna merah terdapat adanya garis pipa buatan manusia namun, tidak terdapat pipa yang masih aktif yang terdeteksi oleh kedua insturumen. Pada garis warna biru terdapat pipa yang masih aktif yang terdeteksi oleh insturumen. Pada kasus ini pipa itu berada pada area survei dan tidak membahayakan target dan penempatan rig atau konstruksi bangunan lainnya. Pada lingkaran warna kuning adalah *pockmark* atau lembah didasar laut yang sangat terlihat pada data *Multibeam* dan sedikit didefinisi oleh *side scan sonar*. Objek dasar laut ini sering terjadi karena terkikis oleh air laut melalui kompaksi sedimen alam. *Pockmark* ini memiliki diameter berkisar 5m sampai 30m dengan kedalaman sampai 2m.

4.3 Analisa Zona Geologi Dangkal

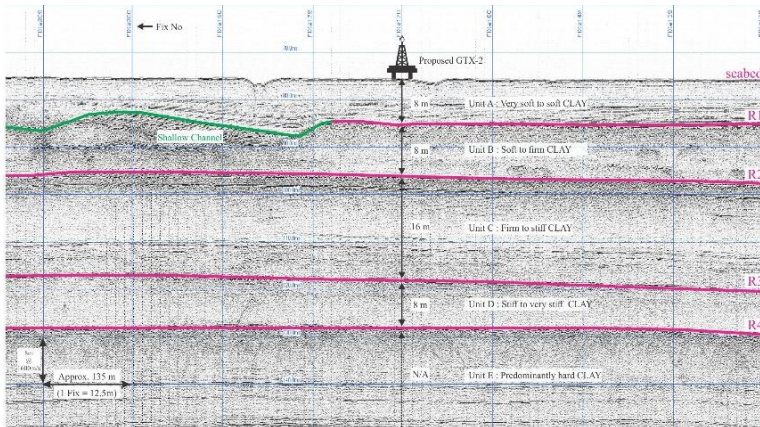
4.3.1 Litologi Zona Dangkal

Pada analisa ini zona geologi ditentukan oleh insturumen *sub-bottom profiler* yang mana mempunyai frekuensi yang relative tinggi agar mempunyai resolusi yang bagus. Frekuensi yang dipancarkan oleh insturumen ini berkisar dari 1.5 – 18 kHz dan bisa mencapai 80 m penetrasinya. Pada penelitian ini ditentukan terlebih dahulu keberadaan reflektor atau *event* yang ada di bawah permukaan laut. Dikarenakan beberapa lapisan yang mempunyai karakteristik yang berbeda-beda maka harus di sesuaikan TVG (*time varried gain*) agar lapisan yang berada dibawah memiliki resolusi yang sama dengan permukaan. Pada dasarnya prinsip gelombang akustik adalah dipantulkan dan dibiaskan maka dari itu terkadang di lapisan yang terlalu dalam memilki kekuatan resolusi yang kurang.

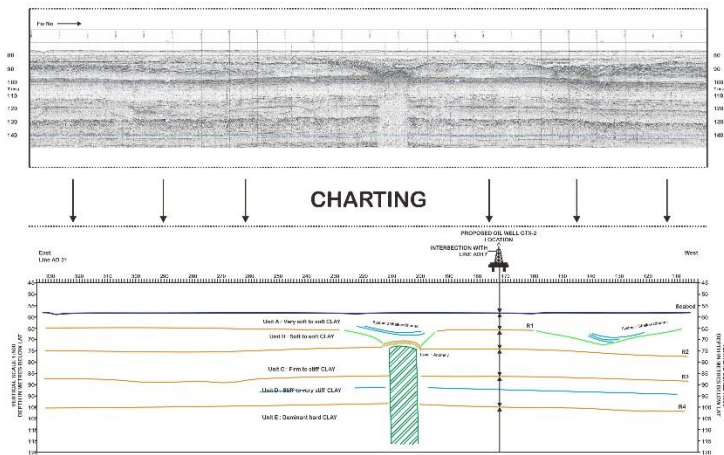
Insturumen *sub-bottom profiler* pada dasarnya masih memiliki domain waktu dengan TWT (*Two Way Time*). Konversi kedalaman dari data SBP ini berdasarkan oleh asumsi bahwa kecepatan akustik pada sediment bawah laut sebesar

1600 m/sec. Deskripsi dari litologi batuan (Gambar 4.7) yang berada pada zona dangkal ini juga berdasarkan dari seismik atribut, karakterisasi refleksi dan struktur sediment. Butuh adanya data penunjang seperti data *coring* yang dilakukan oleh pihak ketiga.

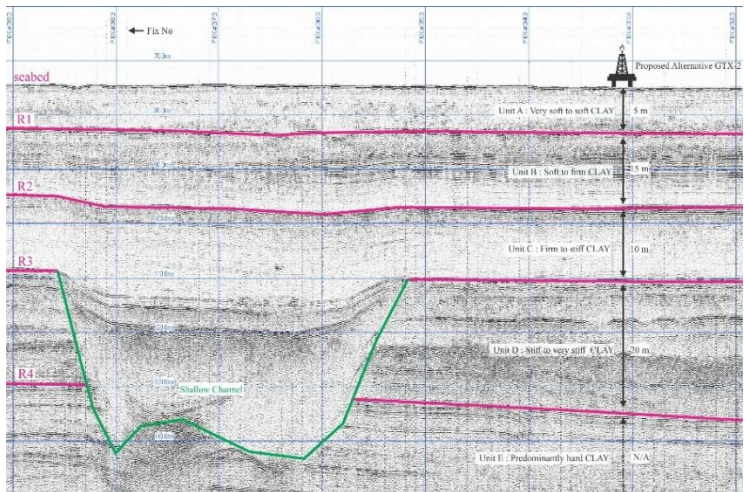
Litologi pada target GTX-2 dan alternative GTX-2 masing masing memiliki *cross line* pada *line 17* & 31 pada lapangan GTX-2 dan *line 12* & 43 pada lapangan alternative GTX-2. Masing masing data dipisahkan menjadi 5 unit antara lain A,B,C,D dan E dengan 4 reflektor. Litologi dari kedua lokasi didominasi oleh CLAY seperti pada Gambar 4.7.



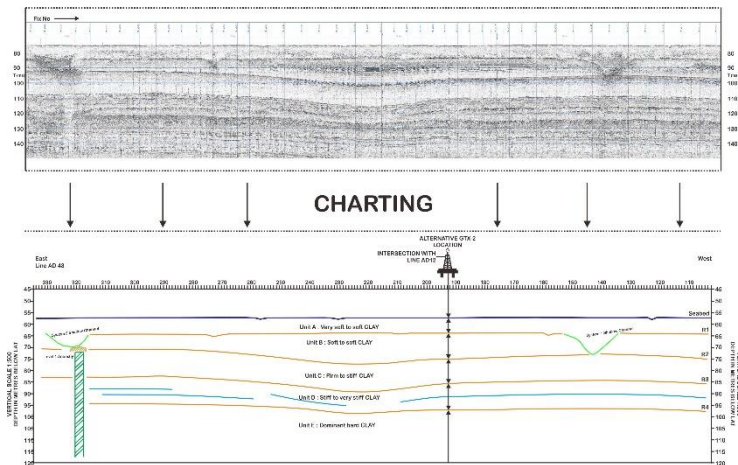
Gambar 4.7 Prediksi Litologi pada area GTX-2. Line : 17



Gambar 4.8 Chart Litologi pada area GTX-2. Line : 31



Gambar 4.9 Prediksi Litologi pada area Alternative GTX-2. Line : 12

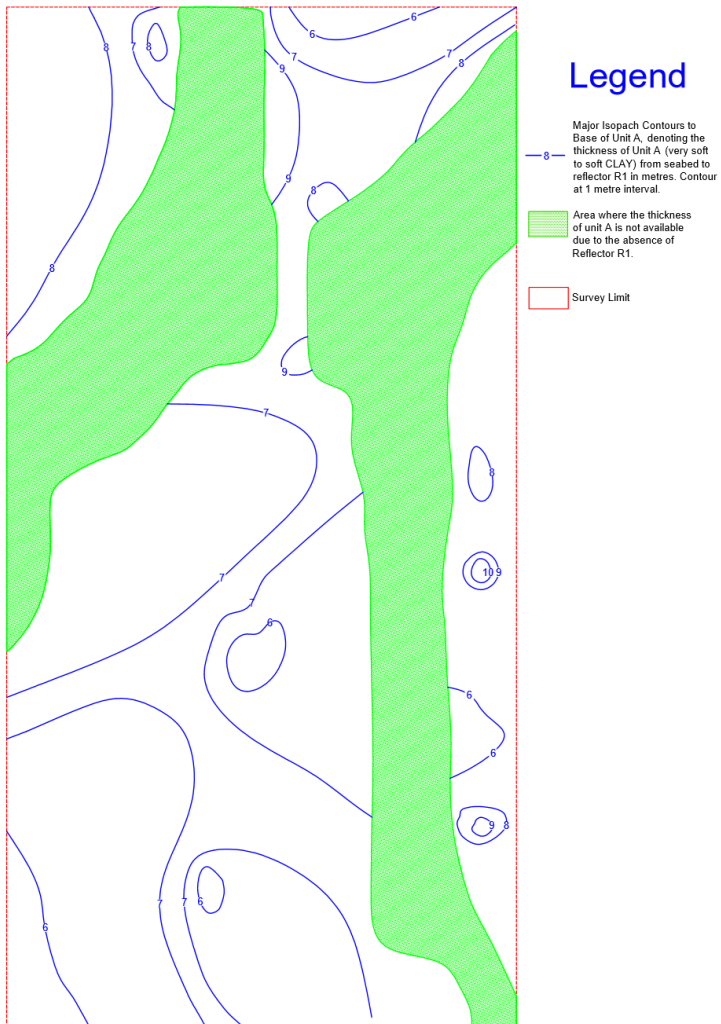


Gambar 4.10 Chart Litologi pada area Alternative GTX-2. Line : 43

- Unit A

Pada unit A diketahui adalah lapisan yang paling atas atau bisa disebut lapisan paling muda dan paling dangkal. Dari karakter gelombang akustiknya pun amplitudonya tidak terlalu pekat dan terang yang mana menandakan banyaknya butiran halus yang berada di lapisan unit A. Lapisan teratas juga sering terjadi erosi laut dan banyaknya *shallow channel* yang melewati reflektor pertama (R1). Unit A disini diketahui memiliki lapisan *very soft to soft CLAY* yang dikonfirmasi oleh data *core*.

Unit ini berada pada dasar laut hingga reflektor pertama (R1). Reflektor pertama diketahui memiliki kedalaman 5 – 8 m bawah permukaan. Ketebalan unit A sekitar 5 – 8 m dengan catatan kecepatan bawah laut sebesar 1600 m/s. Kontur kedalaman dari reflektor 1 seperti pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Peta Isopach kontur dari Unit A

- **Unit B**

Pada unit B letaknya berada dibawah unit A yang mana lapisan pada unit B tidak terlalu berbeda dengan lapisan

diatasnya. Unit B ini berada pada daerah antara reflektor 1 dan reflektor 2. Pada reflektor kedua mayoritas jarang ditemui adanya *channel* karena umur lapisan ini juga relative masih muda dan masih baru. Pada lapisan ini diasumsikan bahwa berada pada lapisan *soft to firm CLAY* yang mana berada diantara serpih dan sedikit batuan dari CLAY. Ketebalan unit B antara 8 – 15 m di bawah permukaan laut.

- Unit C

Pada unit C letaknya berada dibawah unit B. Unit ini berada pada reflektor 2 dan reflektor 3. Menurut respon akustiknya sendiri pada unit ini tidak terlalu pekat amplitudonya yang mana banyaknya serpih yang mengganggu penjalaran gelombang akustik. Ketebalan lapisan dari unit C berkisar antara 10 – 16 m dibawah permukaan laut tergantung dari lokasi perekaman.

- Unit D

Unit D disini adalah lapisan yang tergolong tua dan keras jenisnya. Letaknya unit ini adalah antara reflektor 3 dan reflektor 4. Menurut respon gelombang akustiknya karakter dari lapisan ini mempunyai homogenitas yang serupa. Pada lapisan ini diasumsikan pada *stiff to very stiff CLAY* yang tergolong sudah sangat keras lapisannya. Ketebalan dari lapisan ini berkisar antara 10 – 20 m dibawah permukaan laut.

- Unit E

Unit E adalah batas akhir dari perekaman *sub-bottom profiler* atau pinger ini. Lapisan ini didominasi oleh *HARD CLAY* dilihat dari respon gelombang akustiknya. Pada unit ini terdapat berbagai macam anomali yang dikonfirmasi dari data *2D High Resolution Seismic*.

4.3.2 Analisa Shallow Channel

Shallow Channel pada penelitian ini ditentukan dari peta kontur kedalaman data pinger yang di *digitize* menjadi data *mapping* dan *charting* kedalam AutoCAD. Dalam kasus ini *shallow channel* berada pada data dibawah 100 ms (TWT) atau sekitar 60 – 70 m dari dasar laut ke bawah. *Shallow channel* juga sering diartikan dalam lapisan yang dangkal. Pada penelitian ini mayoritas *channel* yang di gambarkan dalam peta adalah *channel* yang *overlay* dengan reflektor pertama dengan alasan untuk kepentingan penempatan bangunan lepas pantai membutuhkan *anchoring* yang mana pada lapisan yang banyak mengandung serpih dan tidak keras butuh penanganan khusus untuk masalah *anchoring*.

Mayoritas dari *channel* adalah berisi batuan serpih, batuan yang berporos dan gravel. Dimana bila dalam pemboran minyak dan gas diatas lapisan yang mengandung *shallow channel* dan *paleo channel* bisa saja terjadi *lost circulation* atau kehilangan sirkulasi yang dapat mengakibatkan adanya penurunan tekanan dan penambahan tekanan yang dapat berakibat fatal dalam dunia industry migas. Oleh karena itu pada penelitian ini dibutuhkan jarak terdekat suatu *shallow channel* terhadap target GTX-2 dan Alternative GTX-2. Terdapat dua buah *shallow channel* (Gambar 4.12) pada area survei dan dibagi menjadi dua sistem.

- *Shallow Channel System 1*

Pada sistem 1 *channel* ini diduga adalah channel paling muda dan paling dangkal yang *overlay* dengan reflektor pertama. Letaknya channel ini berada pada sisi barat area survei dengan lebar dari *channel* ini berkisar antara 300 – 600 m. pada channel tentunya memiliki tepian lembah terdalamnya dimana tepi dari *channel* sistem 1 berkisar 7 – 8 m dibawah permukaan laut dan lembahnya berkisar antara 12 – 14 m dibawah permukaan laut. Pada *channel* sistem 1 terdapat adanya 2 buah anomali yang tidak terbacanya kedalaman dari *channel* dan

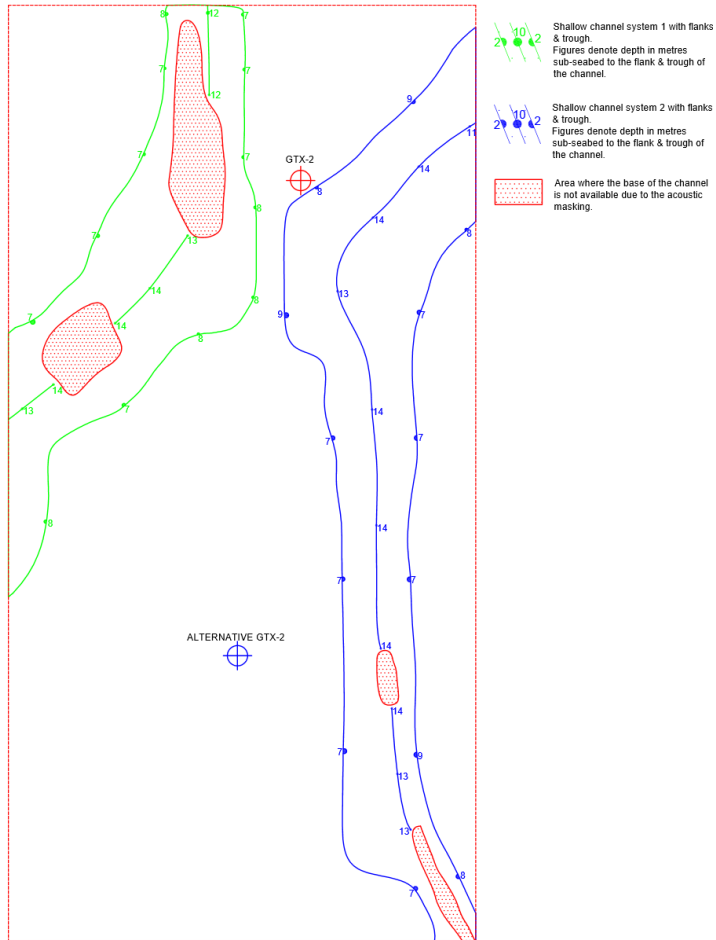
biasa disebut *acoustic masking*. Tepi *Channel* terdekat dari lapangan GTX-2 berada pada jarak 190 m dan pada lapangan Alternative GTX-2 berada pada jarak 850 m.

- *Shallow Channel System 2*

Pada sistem 2 diprediksi mempunyai umur yang sama dengan *channel system 1* dimana paling dangkal dan *overlay* dengan reflektor pertama. Letaknya *channel* ini berada pada sisi timur dari target GTX-2 dan Alternative GTX-2. *Channel* sistem 2 ini memiliki lebar yang hampir sama dengan sistem 1 yaitu antara 150 – 600 m. Sisi atau tepi dari *channel* sistem 2 ini berkisar antara 7 – 9 m di bawah permukaan laut dan memiliki lembah berkisar antara 11 – 14 m di bawah permukaan laut. Pada *channel* sistem 2 ini juga ada beberapa data yang tidak terbaca karena adanya *acoustic masking*. Tepi *channel* terdekat dari lapangan GTX-2 berada pada jarak 44 m dan pada lapangan Alternative GTX-2 berada pada jarak 454 m.

Tabel 4.2 Jarak *Shallow Channel* terhadap Lokasi Target

Shallow Channel System	Jarak Terdekat dari Lokasi Target	
	GTX-2	Alternative GTX-2
1	190 m	850 m
2	44 m	454 m



Gambar 4.12 Distribusi Lateral *Shallow Channel* pada area survei

4.3.3 Analisa Anomali Dangkal

Ada beberapa macam jenis anomali pada penelitian ini yaitu anomali dangkal yang dapat diinterpretasikan oleh data *sub-bottom profiler* dan juga ada anomali menengah yang bisa diinterpretasikan oleh data *2D High Resolution Seismic*. Pada

anomali ini dikategorikan dangkal karena kedalamannya masih di bawah 50 m dari dasar laut atau setara dengan 100 ms (TWT). Anomali dangkal bisa ditemukan dengan beberapa kondisi seperti amplitude akustik yang tinggi, fasa terbalik, *velocity sagging* dan *acoustic masking*.

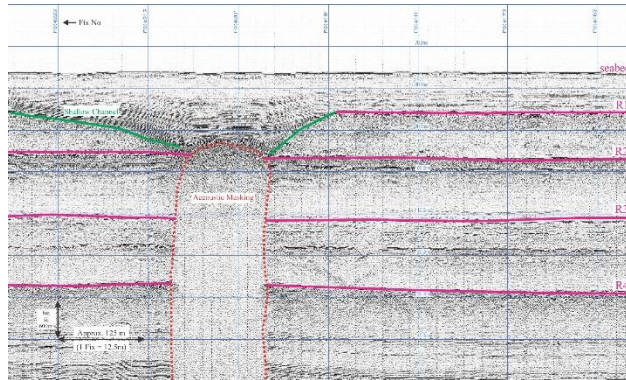
Tipikal dari anomali yang terlihat di data seismik ini dapat diprediksi dengan kategori dari level bahaya yang dikeluarkan oleh Java Offshore (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Karakterisasi *Hazzard* terhadap anomali gas (Java Offshore, 2015)

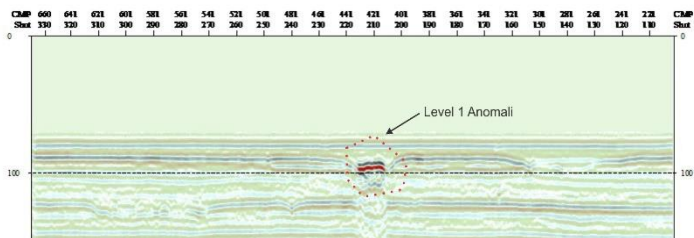
Level of Risk	Gas Probability	Typical Seismic Characteristic
High	Gas Likely	An anomaly showing all of the seismic characteristics of a shallow gas anomaly, that ties to gas in an offset well, or is located at a known regional shallow gas horizon
Moderate	Gas Possible	An anomaly showing most of the seismic characteristics of a shallow gas anomaly but which could be interpreted not to be gas although some doubt exists for the presence of gas
Low	Gas Unlikely	An anomaly showing some of the seismic characteristics of a shallow gas anomaly, but that is interpreted not to be gas although some interpretative doubts exists
Neligible	Gas Very Unlikely	Either there is no anomaly present at the location or the anomaly is clearly due to other, non-gaseous, causes

Pada penelitian ini diidentifikasi adanya 3 level anomali yang dipisahkan berdasarkan kedalaman. Level 1 berada pada anomali dangkal dan level 2 dan 3 berada pada anomali menengah yang akan dibahas kemudian. Anomali level 1 dapat ditemukan dengan mudah oleh data *sub-bottom profiler* (Gambar 4.13) dan divalidasi dengan data *2D High Resolution Seismic* (Gambar 4.14). Pada level 1 anomali diprediksi adanya fasa terbalik dan *acoustic masking* yang berasosiasi dengan *shallow channel system* 1. Anomali ini bisa jadi mengandung sedimen yang berisi hidrokarbon yang mayoritas berupa gas. Pada kasus ini hidrokarbon berupa gas sangat penting

diidentifikasi selama pengeboran minyak karena bisa berdampak pada *blow out* atau *kick* saat pengeboran yang mana menimbulkan tekanan yang begitu tinggi sehingga sedimen dan lumpur di bawah tanah meluap hingga ke permukaan (Gambar 4.13).



Gambar 4.13 Anomali Level 1 Terlihat di SBP line 31



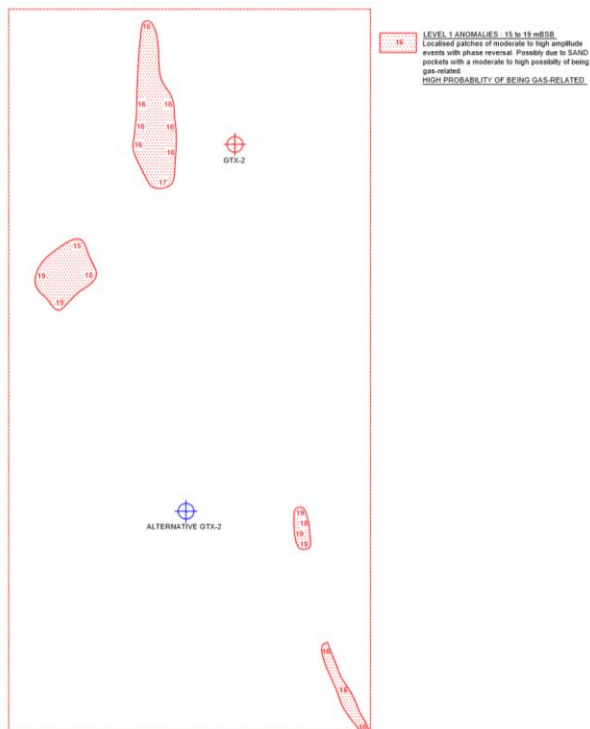
Gambar 4.14 Anomali Level 1 Terlihat di 2D HRS line 31

Pada area survei anomali level 1 ini tersebar dibeberapa titik menjadi 4 bagian (Gambar 4.15) yang mana mempunyai lebar lateral antara 50 – 300 m dan memiliki kedalaman antara 15 – 19 m dibawah permukaan laut. Pada penelitian ini harus diketahui berapa jarak target terhadap anomali agar dapat merekomendasikan lokasi yang kecil kemungkinannya terhadap bencana. Jarak terdekat lokasi GTX-2 terhadap

anomali berada pada jarak 300 m dan lokasi alternative GTX-2 berada pada jarak 600 m.

Tabel 4.4 Jarak Anomali Level 1 terhadap Lokasi Target

Level	Depth (m BSB)	Probability of Being Gas	Jarak Terdekat dari Lokasi	
			GTX-2	Alternative GTX-2
1	15 – 19 m	High	300 m	620 m



Gambar 4.15 Distribusi Lateral Anomali Level 1 pada area survei

4.4 Analisa Zona Geologi Menengah

4.4.1 Time to Depth Conversion

Untuk Mengetahui Keakuratan pada data seismik maka perlu adanya konversi dari domain waktu ke domain kedalaman agar memudahkan interpreter menafsirkan pada kedalaman berapa suatu *event* seismik ditemukan. Pada penelitian ini konversi kedalaman menggunakan persamaan kecepatan interval (Persamaan 4.1) yang mana pada proses pengolahan data seismik didapatkan kecepatan *root mean square* dan waktu yang diambil digunakan data pada *line center* dari lapangan GTX-2.

$$V_{\text{int}} = \left[\frac{(V_n^2 t_n - V_{n-1}^2 t_{n-1})}{(t_n - t_{n-1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4.1)$$

Dimana,

V_{int} = Kecepatan Interval

V_n = Kecepatan RMS ke-n

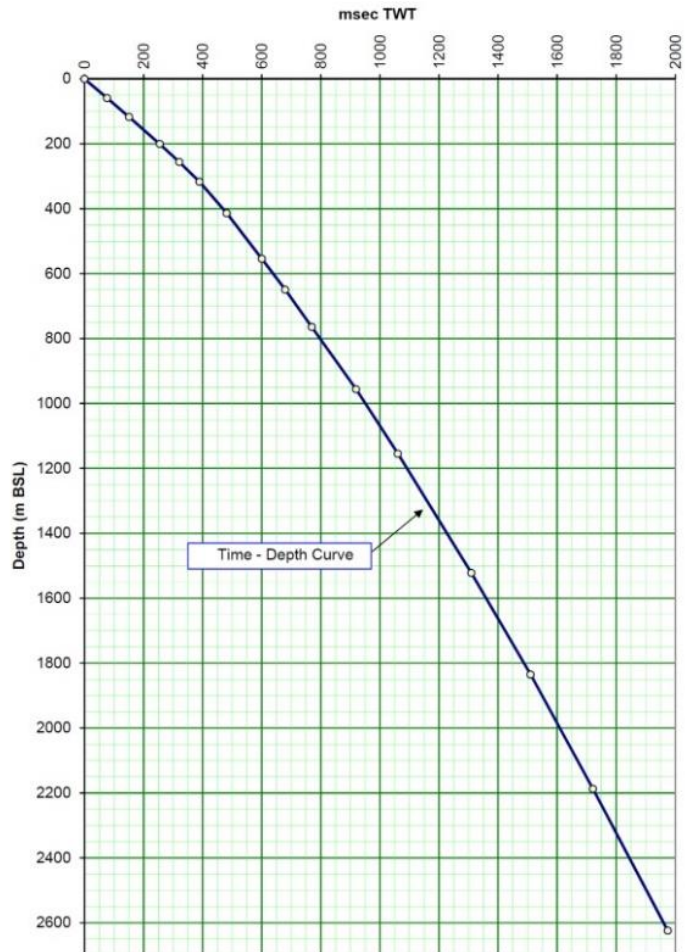
t_n = Waktu Tempuh TWT ke-n

Kecepatan interval ini nantinya akan dikonversi lagi menjadi ketebalan lapisan dan kedalaman yang dipusatkan pada lokasi target. Konversi domain kedalaman ini sudah di ekstrapolasi untuk semua area survei (Lampiran). Seperti pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Konversi Kedalaman per 100 msec

Msec (TWT)	Depth (m BSL)
117	90
200	157
300	239
400	325
500	416
600	514
700	619

800	729
900	843
1000	963



Gambar 4.16 Kurva Time to Depth Conversion

4.4.2 Litologi Zona Menengah

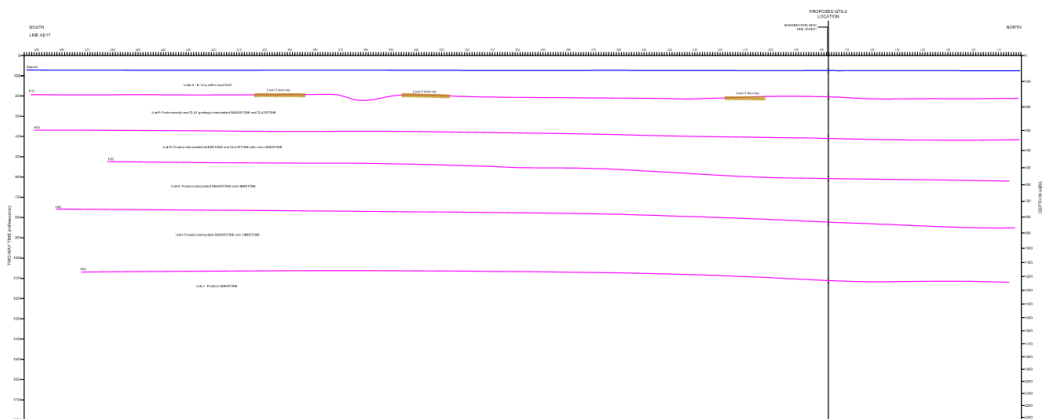
Seperti halnya pada analisa zona geologi pada daerah dangkal untuk daerah yang membutuhkan penetrasi yang cukup dalam harus menggunakan *2D High Resolution Seismic* pada penelitian ini. pada litologi zona tengah adalah lanjutan dari zona dangkal yang di *cover* oleh data SBP. Pada penelitian ini ada 7 zona atau *horizon* dari A-G.

• Unit F

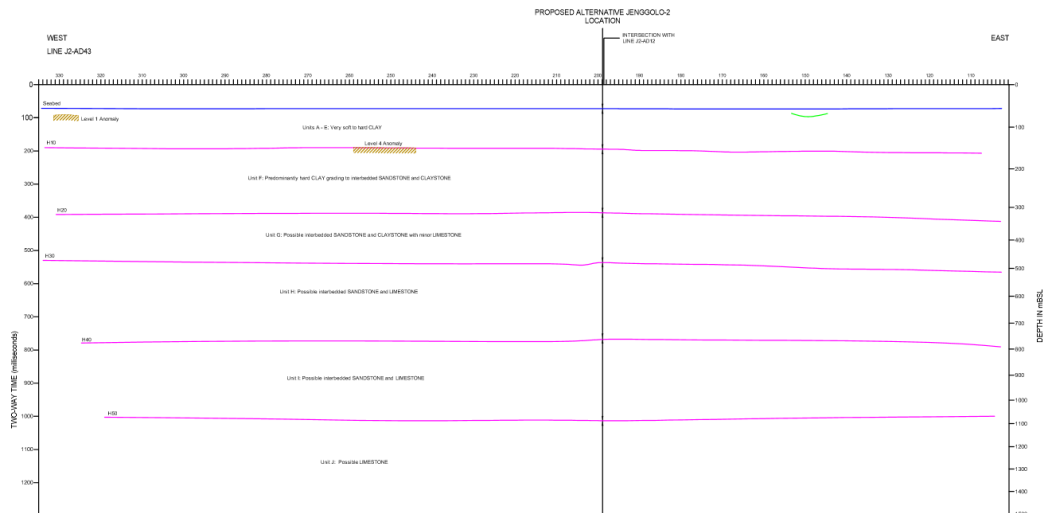
Pada unit F terdapat pada waktu TWT antara dari 200 – 400ms yang mana didalam horizon 2 terlihat adanya beberapa amplitude yang relatif jarang sebagaimana sifat dari Sand yang menyerap banyak gelombang akustik. Jadi kemungkinan pada horizon 2 dan unit F tersusun atas *Sandstone* dan *Claystone* (Gambar 4.16).

• Unit G

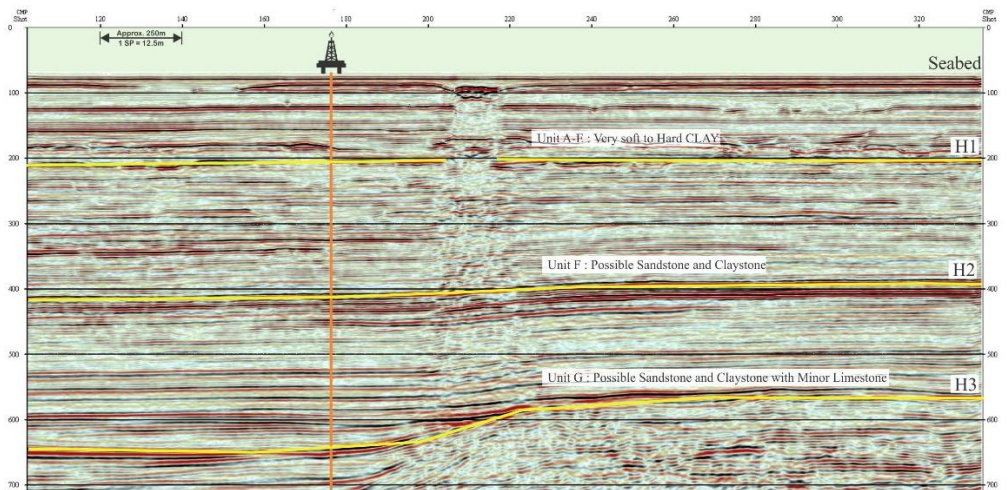
Pada unit G terdapat pada waktu TWT antara 400 – 600ms yang mana tidak jauh berbeda dengan lapisan diatasnya. Pada unit G terdapat sebagian kecil dari Limestone dan selebihnya hampir sama dengan Unit F (Gambar 4.17).



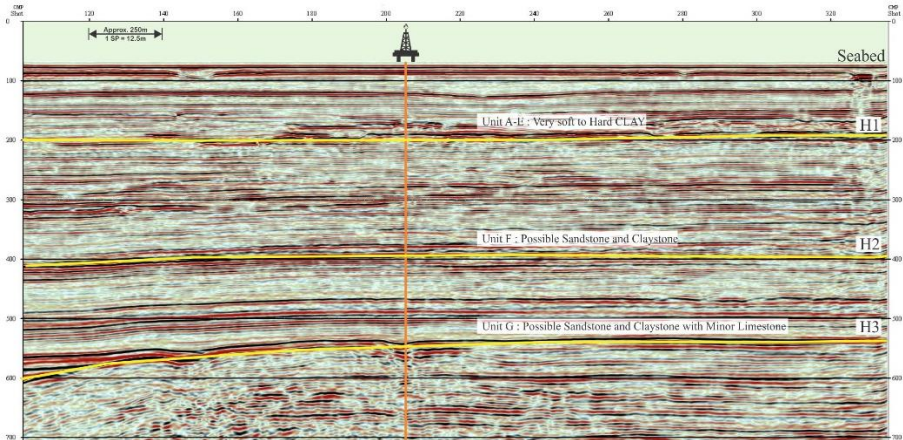
Gambar 4.17 *Intermediate Profile* pada area GTX-2. Line : 17



Gambar 4.18 *Intermediate Profile* pada area Alternative GTX-2. Line : 12



Gambar 4.19 Penampang Seismik Line 31



Gambar 4.20 Penampang Seismik Line 43

4.4.3 Analisa Anomali Menengah

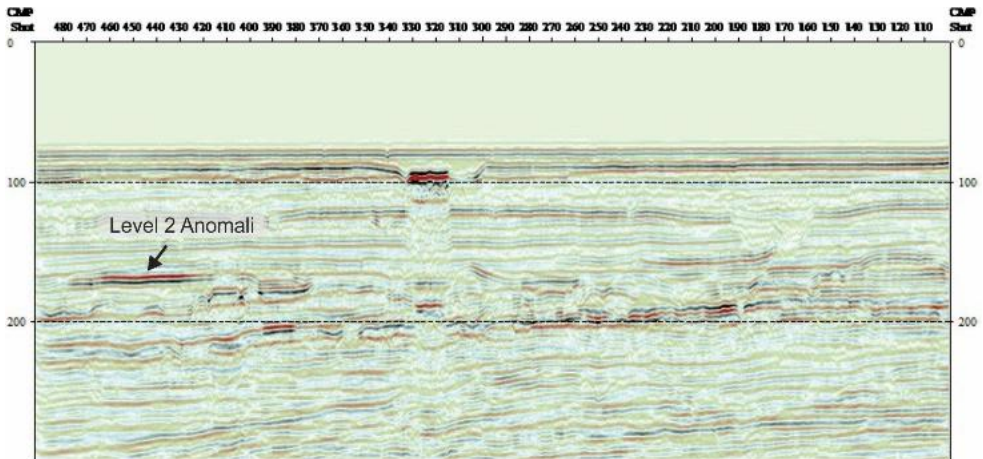
Pada anomali menengah data bisa diinterpretasikan oleh data *2D High Resolution Seismic* dimana pada data digital ini bisa mencapai kedalaman hingga 3000 ms (TWT) dan dengan resolusi yang tinggi dapat memudahkan penglihatan akan adanya anomali yang terdapat di survei area. Pada penelitian ini data seismik sudah dilakukan prosesing dan sudah di migrasi menjadi *post stack time migration* yang mana ada dua keluaran jenis file seismik yaitu AGC (Automatic Gain Control) dan RAP (Relative Amplitude Preserved). Kedua jenis file seismik tersebut hanya berbeda pada saat proses penambahan amplitud (*Gain*) namun, mayoritas data yang digunakan untuk melihat anomali adalah data seismik dengan ekstensi RAP karena data yang dilihat asli kondisi bawah permukaannya.

Pada penelitian ini anomali menengah diketahui ada dua buah yang mana anomali ini ditemukan di bawah 100 ms (TWT) yang tidak terjangkau oleh data SBP. Dua anomali ini diklasifikasikan berdasarkan kedalaman keberadaan anomali yang mana ada anomali level 2 dan level 3. Penentuan anomali di data seismik berdasarkan *direct hydrocarbon indicator*

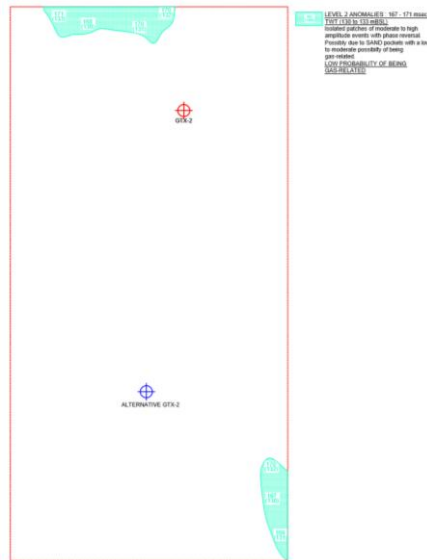
(DHI) seperti *Bright Spot*, *Phase reversal* dan *acoustic masking*.

- **Anomali Level 2**

Anomali ini berada pada waktu antara 167 – 171 ms dan dikonversikan kedalam kedalaman menjadi 130 – 133 m dibawah laut. Anomali level 2 ini tersebar didaerah utara dan tenggara daerah survei dan membentuk peta lateral yang cukup kecil (Gambar 4.22). Berdasarkan dari interpretasi bahwa ditemukan adanya amplitude yang tinggi dengan fasa terbalik dimana negative menjadi positif begitu juga sebaliknya. Anomali ini masih kemungkinan kecil adanya gas yang terdapat di dalam sedimen karena fasa terbalik sangat sering dilihat di dalam data seismik 2D. Jarak terdekat anomali level 2 ke lokasi GTX-2 berada pada jarak 200 m dan jarak terdekat ke lokasi Alternative GTX-2 berada pada jarak 860 m(Gambar 4.21).



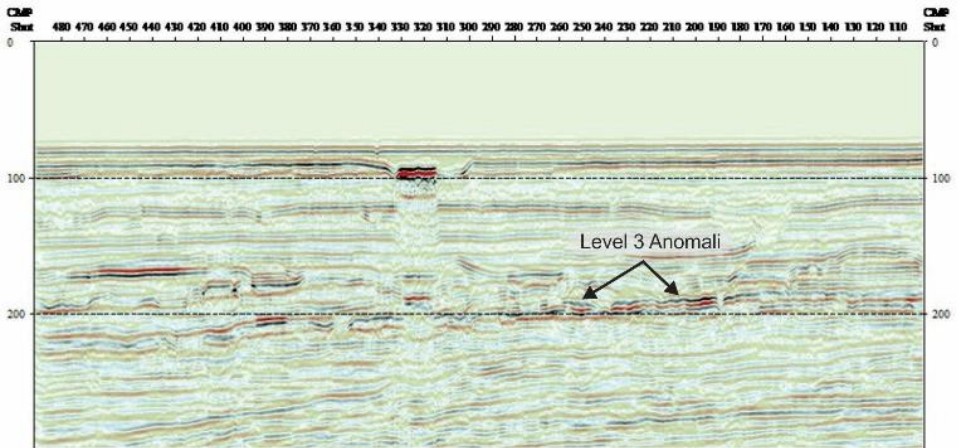
Gambar 4.21 Level 2 Anomali di line 5



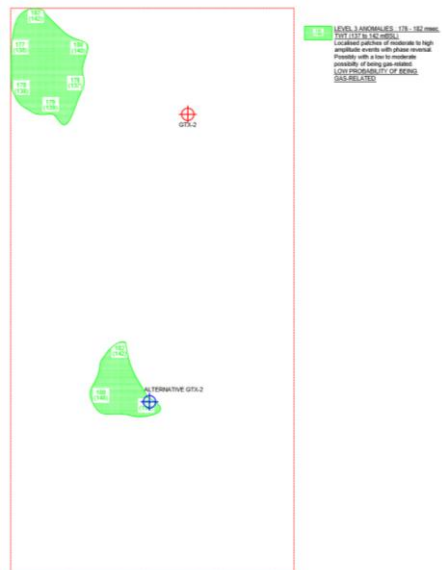
Gambar 4.22 Distribusi Lateral Anomali Level 2

- **Anomali Level 3**

Anomali ini berada pada waktu antara 176 – 182 ms dan dikonversikan kedalam kedalaman menjadi 137 – 142 m dibawah laut. Anomali level 3 ini tersebar didaerah utara sebelah kiri dan tengah daerah survei dan membentuk peta lateral yang cukup kecil (Gambar 4.22). Berdasarkan dari interpretasi bahwa ditemukan adanya amplitudo yang tinggi dengan fasa terbalik dimana negative menjadi positif begitu juga sebaliknya. Anomali ini masih kemungkinan kecil adanya gas yang terdapat di dalam sedimen karena fasa terbalik sangat sering dilihat di dalam data seismik 2D. Jarak terdekat anomali level 2 ke lokasi GTX-2 berada pada jarak 775 m dan jarak terdekat ke lokasi Alternative GTX-2 berada titik-nya dan berada pada kedalaman 175 TWT atau setara dengan 136 m. (Gambar 4.23).



Gambar 4.23 Level 3 Anomali di line 5



Gambar 4.24 Distribusi Lateral Anomali Level 3

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Kontur Kedalaman dari reflektor 1 berada pada interval 6 – 11m di bawah permukaan laut.
2. Letak anomali level 1,2 dan 3 berada pada 15 – 19m mBSB, 130 – 133m mBSL dan 137 – 142m mBSL.
3. Jarak anomali level 1, 2 dan 3 terhadap GTX-2 berturut turut adalah 300m, 200m dan 775m. namun, jarak anomali terhadap alternative GTX-2 berturut turut adalah 620m, 860m dan didalam lokasi pada kedalaman 175ms TWT.
4. Fitur dasar laut yang ditemukan pada area survei adalah *Pockmark*, Kabel, Pipa dan *Scars Trawl*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan dari tugas akhir ini, untuk penelitian kedepan penulis menyarankan adanya korelasi dari data *core* untuk membuktikan lapisan yang ada di lokasi penelitian.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Agus, 2007, *Ensiklopedia Seismik Online*, 13 Oktober 2009, <http://ensiklopediasesimik.com>,

Aina, 1999. *Penggunaan Metode Post Stack Time Migration dan Metoda Pre Stack Depth Migration Pada Data Seismik Lapangan Mentari*. Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Holmes, R. 1997. *The Issue Surrounding A Shallow Gas Database In A Relation To Offshore Hazard*. British Geological Survey. Edinburgh

OGP, 2013. *Guidelines for the Conduct of Offshore Drilling Hazard Site Survey*. Wales.

Lekkerkerk, H. J., Velden, R. V., Haycock, T., Jansen, P., Vries, R. D., Waalwijk, P. V., et al. 2006. *Handbook of Offshore Surveying Volume One : Preparation & Positioning*. London : Clarkson Research Service Limited.

Hutabarat, G.W., 2009. Integrasi Inversi Seismik dengan Atribut Amplitudo Seismik Untuk Memetakan Distribusi Reservoir Pada Lapangan Blackfoot. Makara Sains 7.

Jamady, A., 2011. Kuantifikasi Frekuensi dan Resolusi Menggunakan Seismik Refleksi di Perairan Maluku Utara (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Siwabessy, P.J.W., Penrose, J.D., Kloser, R.J., Fox, D.R. 1999. *Seabed habitat classification*. In: *Proc. International Conference on High Resolution Surveys in Shallow Waters DSTO, 18–20 October 1999*. Sydney, Australia.

Berkhout, AJ, and Wulfften, D.W., 1980. *Migration in the Presence of Noise*, Geophysical Prospecting, vol.28, no. 3, p. 372-383.

Utama, Wiji, 2009. Analisis Pre-Stack Depth Migration (PSDM) Data Seismik Tiga Dimensi (3D) Lapangan WU-3D. Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Maliyan, Ahmad. 2009. Konversi Waktu Menjadi Kedalaman Pada Data Seismik 3D Dengan Menggunakan Geostatistik. Skripsi, Universitas Indonesia, Depok.

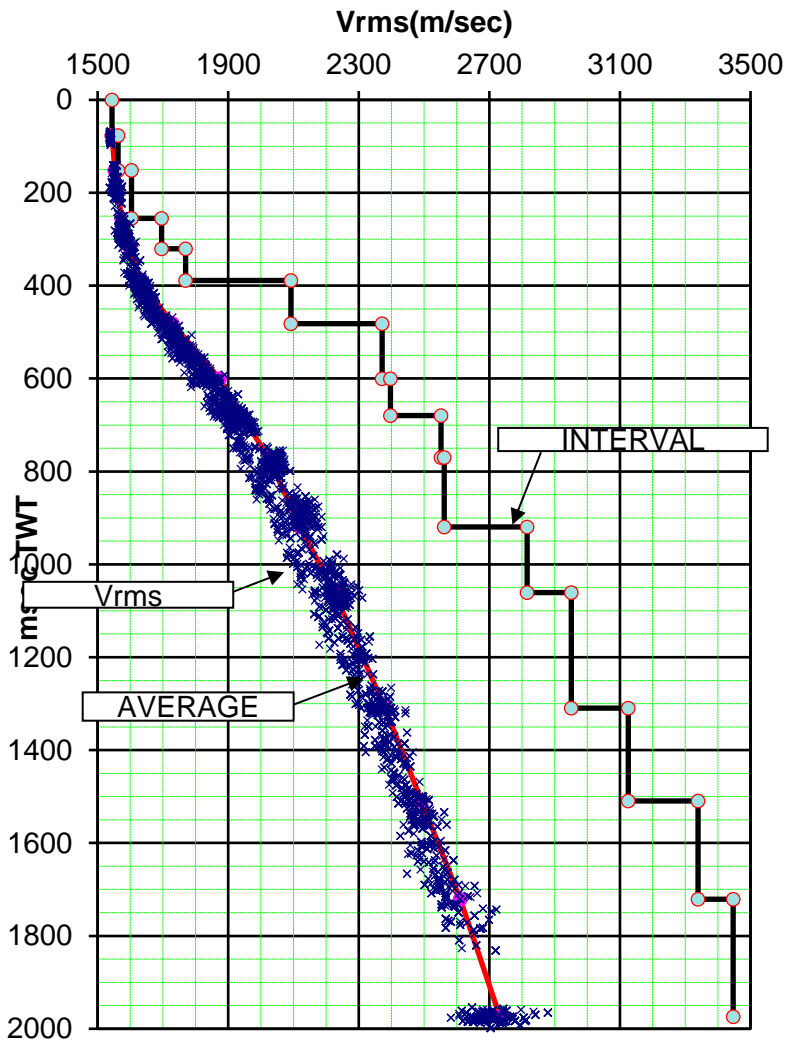
Brown, R.A. 1999. *Interpretation of three-dimensional seismic data fifth edition*. AAPG Memoir 42.

Badley, M.E. 1985. *Practical seismic interpretation*. Boston : International Human Resources Development.

Yunanda, M. 2010. Analisa Atribut Seismik Untuk karakterisasi reservoir pada lapangan x Laut Utara, Netherland. Skripsi, Universitas Indonesia, Depok.

PT. Java offshore. 2017. *Geohazard Analysis Survey Offshore West Madura, Indonesia*. Jakarta : PT. Java Offshore.

LAMPIRAN



Gambar 1. Perhitungan Velocity Interval

Reflektor	mSEC TWT	SEC TWT	Vrms	Vint	THICKNESS (M)	DEPTH BELOW SEA LEVEL (M)
msl	0	0.000	1544	1544	0	0
ave. seabed	77	0.077	1544	1544	59	59
1	151	0.151	1553	1562	58	118
2	255	0.255	1574	1604	83	201
3	321	0.321	1600	1696	56	256
4	389	0.389	1631	1769	60	317
5	482	0.482	1729	2092	97	414
6	600	0.600	1874	2372	141	555
7	680	0.680	1942	2397	95	650
8	770	0.770	2023	2552	115	765
9	920	0.920	2120	2562	192	956
10	1061	1.061	2225	2816	198	1155
11	1309	1.309	2380	2951	367	1522
12	1510	1.510	2492	3126	313	1835
13	1721	1.721	2611	3340	353	2188
13	1974	1.974	2732	3447	436	2624

Tabel 1. Time to Depth Conversion

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Ahmad Farhan Farabi, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis berasal dari Kota Bekasi, Kecamatan Rawalumbu, Kelurahan Pengasinan yang lahir di Bekasi, 11 Mei 1995 dari pasangan Ir. M. Iid Wahidin, MM dan Dr Ratu Fatin H. Penulis telah menempuh Pendidikan formal diantaranya SDN 8 Pengasinan Bekasi tahun 2001- 2007, SMP 2 Bani Shaleh tahun 2007-2010, kemudian SMAN 8 Bekasi 2010- 2013, dan diterima di Jurusan Fisika Fmipa Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan bidang Geofisika pada tahun 2013 dengan NRP 1113100117.

Selama aktif menjadi mahasiswa ITS penulis aktif dibeberapa organisasi seperti menjadi kepala departemen media informasi HIMASIKA ITS 2015/2016, Wakil ketua seksi mahasiswa ikatan ahli geologi Indonesia(SM-IAGI) tahun 2015, Wakil ketua American Association of Petroleum Geologist ITS (AAPG) tahun 2016 dan Badan Pengawas Himpunan mahasiswa geofisika Indonesia (HMGI) tahun 2016.

Harapan penulis adalah agar karya ini dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya dengan metode metode yang lebih baru dan efektif. Semoga karya ini dapat membuat pembaca sadar akan kurangnya suatu penelitian tanpa adanya pengembangan lebih lanjut. Ada kiranya kritik dan saran yang dapat membangun dapat dikirim ke farhanfarabi95@gmail.com